

RIVM rapport 703713 007

Resultaten meetprogramma drinkwater 1997

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

oktober 1998

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van de Hoofdinspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne, in het kader van project nr. 703713, Monitoring en Diagnose Drinkwater, mijlpaal december 1998.

Abstract

In 1997 the Dutch National Institute of Public Health and the Environment (RIVM) conducted a drinking water monitoring program for the Inspectorate for the Environment (HIMH). The monitoring consisted of sampling several non-routine parameters: boron, molybdenum and a number of phthalates. An attempt was made as well to develop a method for determining the presence of polar pesticides in water. No bacteriological parameters were measured.

In this overview showing the sampling results of the non-routine parameters, boron is seen to be demonstrable in both purified and unpurified water at almost all groundwater and surface water pumping-stations. At only 2.2% of all groundwater pumping-stations was no trace of boron found in either purified or unpurified water. In 19% of all samples, molybdenum was found at all groundwater and surface water pumping-stations. No trace of molybdenum was found in all the other samples. The concentrations of boron found were all below the maximum level for boron in drinking water for the Netherlands. Since there is no maximum level for molybdenum in drinking water in the Netherlands, measured concentrations of both boron and molybdenum were compared to the WHO drinking water guideline concentrations and found to be below these concentrations.

Four out of nine phthalates investigated (DEP, DMPP, DBP en DEHP) were found in both purified and unpurified water at all surface water pumping-stations and at three groundwater pumping-stations. All other phthalates (DMP, DPP, BBzP, DCHP en DnOP) were found below the limits of determination of the method used. At a number of drinking water pumping-stations, some concentrations of phthalates measured at distribution points were found to be higher than those measured in purified tap water. This is probably due to the use of synthetic pipes. In the Netherlands there is no maximum level for phthalates in drinking water, the WHO only uses a guideline value for diethylhexylphthalate (DEHP) in drinking water. The concentrations of DEHP found were all below the WHO drinking water guideline concentration for DEHP in drinking water. In the risk-analysis of the phthalates the potential (pseudo)estrogenic properties have been left out of consideration.

In view of the above results, no public health problems are expected.

Voorwoord

Dit rapport is tot stand gekomen met medewerking van medewerkers van de RIVM-laboratoria voor Water- en Drinkwateronderzoek (LWD), Anorganische Chemie (LAC), Organisch-analytische Chemie (LOC), Centrum voor Stoffen en Risicobeoordeling (CSR) en de drinkwaterbedrijven.

Inhoud

Samenvatting	5
1. Inleiding	6
2. Onderzoeksopzet en methodiek	7
<i>2.1 Opzet en methodiek</i>	7
2.1.1 Borium	7
2.1.2 Molybdeen	7
2.1.3 Ftalaten	8
2.1.4 Ontwikkeling methodiek polaire bestrijdingsmiddelen	8
2.1.4.1 Methodiekontwikkeling	8
2.1.4.2 Analyse 'spiked' monsters door middel van een ringonderzoek	9
3. Resultaten	10
<i>3.1 Borium en molybdeen</i>	10
<i>3.2 Ftalaten</i>	14
3.2.1 Analyse ftalaten	14
3.2.2 Risico-evaluatie ftalaten	16
<i>3.3 Ontwikkeling methodiek polaire bestrijdingsmiddelen</i>	17
3.3.1 Methodiekontwikkeling	17
3.3.2 Analyse 'spiked' monsters door middel van een ringonderzoek	18
4. Discussie	19
<i>4.1 Borium en molybdeen</i>	19
<i>4.2 Ftalaten</i>	20
4.2.1 Voorkomen ftalaten	20
4.2.2 Herhalingsmetingen ftalaten	20
<i>4.3 Ontwikkeling methodiek polaire bestrijdingsmiddelen</i>	22
5. Conclusies	23
Literatuur	25
Bijlage 1 Verzendlijst	27
Bijlage 2 Meetresultaten borium en molybdeen	28
Bijlage 3 Meetresultaten ftalaten	33
Bijlage 4 Vergelijking concentraties borium in ruwwater	37

Samenvatting

Dit rapport geeft een overzicht van het drinkwatermeetprogramma 1997 dat in opdracht van de Hoofdinspectie Milieuhygiëne (HIMH) door het RIVM is uitgevoerd. Het onderzoek is verkennend van karakter en draagt bij aan de onderbouwing van de normstelling.

Dit meetprogramma omvat de bemonstering van een aantal niet-routinematige parameters, te weten borium, molybdeen en een aantal ftalaten. Tevens is getracht een methodiek te ontwikkelen voor het bepalen van polaire bestrijdingsmiddelen in water. Er zijn dus geen bacteriologische parameters bepaald.

Dit rapport geeft een overzicht van de meetresultaten van bovengenoemde niet-routinematige parameters. Borium is aantoonbaar in het ruwe en reine water bij vrijwel alle grond- en oppervlaktewaterpompstations. Bij 2.2% van alle grondwaterpompstations is in zowel het ruwe als het reine water geen borium aangetoond. In slechts 19% van alle monsters is molybdeen aangetoond in het ruwe en reine water bij alle grond- en oppervlaktewaterpompstations. In de overige monsters is geen molybdeen aangetoond.

De aangetoonde concentraties borium blijven echter onder de norm voor borium in drinkwater. In Nederland is er geen norm voor molybdeen in drinkwater. Aangetoonde concentraties van zowel borium als molybdeen blijven allen onder de desbetreffende WHO richtlijn voor drinkwater. De resultaten geven geen aanleiding de verkennende metingen in de nabije toekomst te herhalen.

Van vier van de negen onderzochte ftalaten (DEP, DMPP, DBP en DEHP) zijn concentraties aangetoond in het ruwe en het reine water bij alle oppervlaktewaterpompstations en bij de drie onderzochte (oever)grondwaterpompstations. De overige ftalaten (DMP, DPP, BBzP, DCHP en DnOP) liggen in het ruwe en reine water bij de onderzochte drinkwaterpompstations onder de desbetreffende aantoonbaarheidsgrens. Bij een aantal drinkwaterpompstations zijn de concentraties ftalaten gemeten in het distributienet hoger dan gemeten in het reine water (af pompstation). Mogelijk wordt dit veroorzaakt door het gebruik van kunststofleidingen.

In Nederland is er geen norm voor ftalaten in drinkwater, de WHO hanteert wel een richtlijnwaarde voor diethylhexylftalaat (DEHP) in drinkwater. De aangetoonde concentraties DEHP blijven echter onder de WHO richtlijn voor DEHP in drinkwater. De eventuele oestrogene werking van enkele ftalaten is in dit onderzoek niet in beschouwing genomen.

De verkregen resultaten leveren geen problemen op voor de volksgezondheid.

1. Inleiding

Het 'meetprogramma drinkwater' wordt sinds 1993 uitgevoerd en verandert per jaar. In dit programma worden parameters en nieuwe stoffen opgenomen die niet door de waterleidingbedrijven worden gemeten. Deze vorm van gerichte monitoring vervangt het reguliere meetprogramma dat het RIVM jarenlang in opdracht van de Inspectie Milieuhygiëne heeft uitgevoerd. Met de komst van REWAB (REgistratie WAterkwaliteitsgegevens Bedrijven), waarbij waterleidingbedrijven drinkwaterkwaliteitsgegevens aanleveren met behulp van een computerprogramma, is deze vorm van controle verlaten. De gegevens over 1992, 1993, 1994, 1995 en 1996 zijn verwerkt in de rapportenserie "De drinkwaterkwaliteit in Nederland in 199x" (Versteegh *et al*, 1994; Versteegh *et al*, 1995; Versteegh *et al*, 1996; Versteegh *et al*, 1997; Versteegh *et al*, 1998) uitgegeven door de Hoofdinspectie Milieuhygiëne van het ministerie van VROM.

In dit rapport worden de resultaten weergegeven van het meetprogramma 1997, te weten de parameters bromium, molybdeen en een aantal ftalaten. Daarnaast wordt een beschrijving gegeven van een nieuwe ontwikkelde methodiek voor het bepalen van polaire bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater, grondwater en drinkwater.

In dit rapport worden de resultaten over 1997 van een aantal niet-routinematige parameters gepresenteerd. In hoofdstuk 2 wordt een beschrijving gegeven van het onderzoek en de daarbij gebruikte methoden. In hoofdstuk 3 zijn de verkregen resultaten weergegeven. Hoofdstuk 4 bevat een discussie waarin de resultaten kort worden besproken. Tenslotte volgen de conclusies in hoofdstuk 5.

2. Onderzoeksopzet en methodiek

In het afgelopen jaar (1997) zijn voor de parameters borium, molybdeen en een aantal ftalaten monsters genomen bij diverse pompstations. De bemonstering en de analyses zijn uitgevoerd volgens standaardvoorschriften door het Laboratorium voor Water- en Drinkwateronderzoek (LWD), het Laboratorium voor Anorganische Chemie (LAC) en het Laboratorium voor Organisch-analytische Chemie (LOC). Tevens is getracht een methodiek te ontwikkelen voor het bepalen van polaire bestrijdingsmiddelen in drinkwater en in de bronnen van drinkwater (grondwater en oppervlaktewater). Dit hoofdstuk behandelt de opzet en de gehanteerde methodiek van dit onderzoek.

2.1 Opzet en methodiek

Het onderzoek bestaat uit een aantal onderdelen waarbij de monsters zijn genomen t.b.v de volgende analyses:

- borium en molybdeen in ruw- en reinwater bij alle grond- en oppervlaktewaterpompstations
- een aantal ftalaten (dimethylftalaat, diethylftalaat, dipropylftalaat, dimethylpropylftalaat, dibutylftalaat, butylbenzylftalaat, dicyclohexylftalaat, diethylhexylftalaat en dioctylftalaat) in ruw- en reinwater bij alle oppervlaktewaterpompstations en bij drie (oever)grondwaterpompstations. Bij al deze pompstations zijn tevens metingen in de zuivering uitgevoerd en is telkens een tweetal metingen verricht in het distributienet.
- het ontwikkelen van een methodiek voor het bepalen van polaire bestrijdingsmiddelen in grondwater, oppervlaktewater en drinkwater

2.1.1 Borium

Borium is een parameter die in het Waterleidingbesluit wordt genoemd en waarvoor een normwaarde is opgesteld in drinkwater van 1000 µg/l (= 92.50 µmol/l). De EG-norm is tevens 1000 µg/l, de WHO hanteert een richtlijn van 500 µg/l (WHO, 1998). Er is voor borium een verplichting de stof 4x per jaar te meten in het ruwe oppervlaktewater. Wanneer er aanleiding is dient gemeten te worden in het ruwe grondwater en/of het drinkwater. Om deze reden is borium bij alle drinkwaterpompstations in zowel het ruwe als het reine water gemeten.

Het onderzoek is uitgevoerd volgens onderzoeksplan 97/LAC/703713/Borium/00. De aantoonbaarheidsgrens is 3 µg/l. De ruwwatermonsters zijn bij de monsterneming gefiltreerd. Alle monsters zijn aangezuurd met 0.7 ml geconcentreerd HNO₃ per 100 ml. De ontwikkeling van de bepalingsmethode voor borium staat beschreven in Van der Velde-Koerts, 1998.

2.1.2 Molybdeen

Molybdeen is een parameter die niet in het Waterleidingbesluit wordt genoemd, er is in Nederland geen normwaarde voor molybdeen opgesteld. De WHO hanteert daarentegen een richtlijnwaarde van 70 µg/l voor molybdeen in drinkwater (WHO, 1993). Er is voor molybdeen geen meetverplichting, echter wanneer er aanleiding is dient deze stof wel gemeten te worden. Net als borium is ook molybdeen bij alle drinkwaterpompstations in zowel het ruwe als het reine water gemeten. Het onderzoek is uitgevoerd volgens onderzoeksplan 97/LAC/703713/Molybdeen/00. De aantoonbaarheidsgrens bedraagt 0.5 µg/l. De ruwwatermonsters zijn bij de monsterneming gefiltreerd. Alle monsters zijn aangezuurd met 0.7 ml geconcentreerd HNO₃ per 100 ml. De ontwikkeling van de bepalingsmethode voor molybdeen staat beschreven in Van der Velde-Koerts, 1998.

2.1.3 Ftalaten

In dit onderzoek zijn in totaal negen ftalaten onderzocht, te weten: dimethylftalaat (DMP), diethylftalaat (DEP), dipropylftalaat (DPP), dimethylpropylftalaat (DMPP), dibutylftalaat (DBP), butylbenzylftalaat (BBZP), dicyclohexylftalaat (DCHP), diethylhexylftalaat (DEHP) en dioctylftalaat (DnOP). Enkele van de hier onderzochte ftalaten behoren tot de categorie van stoffen met een mogelijke pseudo-oestrogene werking. Pseudo-oestrogenen bootsen de werking van het vrouwelijke hormoon oestrogeen na en verstoren daardoor de hormoonhuishouding. Hierdoor kunnen zowel bij mannelijke als bij vrouwelijke organismen subtiele veranderingen ontstaan in het bevruchttingsproces of in de geslachtelijke ontwikkeling van het embryo. Gezien het feit dat ftalaten ook in grond-, oppervlakte- en drinkwater kunnen voorkomen, was dit aanleiding een aantal ftalaten bij alle oppervlaktewaterpompstations en bij drie (oever)grondwater-pompstations in het ruwe en reine water te meten. Daarnaast zijn tevens monsters genomen in de zuivering en in het distributienet. Dit laatste is voornamelijk gedaan omdat ftalaten vaak als weekmakers worden gebruikt in kunststofleidingen. Ftalaten worden niet in het Waterleidingbesluit genoemd, er is in Nederland geen normwaarde voor ftalaten opgesteld en er is geen meetverplichting. De WHO hanteert wel een richtlijnwaarde van 8 µg/l voor DEHP (diethylhexylftalaat) in drinkwater (WHO, 1993).

Het onderzoek is uitgevoerd volgens onderzoeksplan LOC703713-97/02/00. De onderste bepalingsgrens is 0.1 µg/l. Door verontreiniging van het analyse-systeem bij het bepalen van de blanco's, is voor een aantal van de onderzochte ftalaten deze bepalingsgrens enigszins verhoogd. Aan gehomogeniseerde deelmonsters van 250 ml zijn gedeutereerde ftalaat standaarden als interne standaarden toegevoegd. Elk deelmonster is vervolgens over een glazen kolom gebracht gevuld met C18 adsorptiemateriaal, waarna de componenten zijn geëlueerd met pentaan. Aan het verkregen extract is een injectie standaard toegevoegd. Analyse vindt tenslotte plaats door middel van capillaire gaschromatografie en massaselectieve detectie (GC-MS methode). Een meer uitgebreide beschrijving van deze analyse methode wordt gegeven in 'Toelichting en beschrijving methode', 1998. Als gevolg van de toegepaste methode voor de verwijdering van de deeltjes, namelijk decanteren na 24 uur bezinken bij 4 °C, kan een lichte overschatting van met name de langketenige ftalaten in de ruwe watermonsters optreden, omdat deze aan de zeer kleine niet verwijderde deeltjes geadsorbeerd kunnen zijn.

Er is tevens een risico-evaluatie uitgevoerd voor de ftalaten (zie §3.2.2), om zodoende met gebruik van de huidige kennis wellicht toch een uitspraak te kunnen doen over mogelijke risico's van inname van ftalaten via drinkwater voor de mens.

2.1.4 Ontwikkeling methodiek polaire bestrijdingsmiddelen

De ontwikkeling van een methodiek om polaire bestrijdingsmiddelen in grond-, oppervlakte- en drinkwater te kunnen bepalen, is in twee activiteiten verdeeld. Ten eerste is onderzoek verricht naar de toepassingsmogelijkheden van de vloeistofchromatografie gekoppeld aan massaspectrometrie (LC-MS methode) als analysetechniek voor de bepaling van polaire bestrijdingsmiddelen in drinkwater en drinkwaterbronnen. Ten tweede is aan de hand van een ringonderzoek van het Kiwa de toepasbaarheid van deze analysetechniek getest.

2.1.4.1 Methodiekwontwikkeling

Om inzicht te verkrijgen in de mogelijkheden om polaire bestrijdingsmiddelen in water te kunnen bepalen, is getracht een on-line LC-MS methode te ontwikkelen waarmee één of meer groepen van polaire bestrijdingsmiddelen gekwantificeerd en geïdentificeerd kunnen worden in water tot een niveau van 0.1 µg/l.

Het onderzoek is hierbij gericht op de analyse van verbindingen behorende tot de groep fenylureum herbiciden, te weten metoxuron, monuron, methabenzthiazuron, chloortoluron, isoproturon, diuron, monolinuron, metobromuron, linuron en chloorbromuron. Van een aantal van deze analyten is bekend dat ze kunnen voorkomen in de Nederlandse wateren. Het onderzoek is uitgevoerd volgens onderzoeksplan LOC 703713-97/01/00.

2.1.4.2 Analyse 'spiked' monsters door middel van een ringonderzoek

De ontwikkelde methode is getest met de analyse van monsters afkomstig van een KIWA ringonderzoek. Dit zijn monsters oppervlakte-, grond- en drinkwater waaraan herbiciden met een bekende (lage) concentratie zijn toegevoegd (spike).

De analyse is on-line uitgevoerd met toepassing van groot-volume-injectie, gekoppelde vloeistofchromatografie (LC/LC) en massaspectrometrische detectie (MSD). Gekoppelde vloeistofchromatografie maakt gebruik van twee scheidingskolommen. Na injectie van een monster van 11 ml op de eerste scheidingskolom vindt een voorzuivering (verwijdering van zouten en meer polaire organische verontreinigen) plaats waarbij gebruik gemaakt wordt van een isocratische gevolgd door een gradiënt-elutie. Vlak voor het moment dat de eerste verbinding van de eerste scheidingskolom elueert wordt deze kolom on-line geschakeld met de tweede scheidingskolom, waarbij met de mobiele fase hiervan alle verbindingen van kolom 1 naar kolom 2 worden getransfereerd. Hierna wordt de eerste kolom off-line geschakeld en worden de verbindingen op de tweede kolom gescheiden en vervolgens met MS gedetecteerd. De koppeling van LC-MS is uitgevoerd met APCI (Atmospheric Pressure Chemical Ionisation) en de detectie in de SIM (Single Ion Monitoring) mode met een nakoloms toevoeging van een interne standaard (fluormeturon) voor de ijking van Finigin MAT-95 MSD.

Kwantificering van de verbindingen is uitgevoerd middels de vergelijking van de signalen met die van een ijkcurve verkregen middels de (externe) analyse van standaardoplossingen in water.

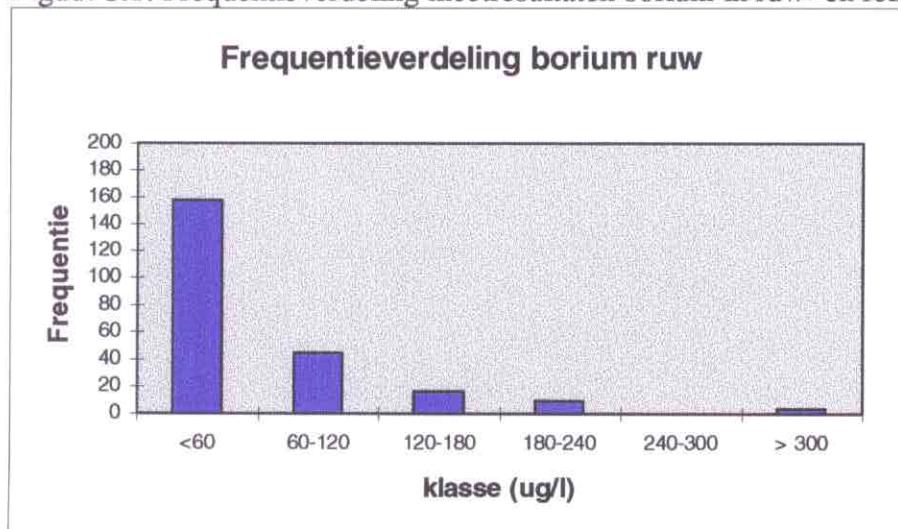
Het onderzoek over de toepassing van de LC-MS methode als analysetechniek voor het bepalen van polaire bestrijdingsmiddelen in water staat uitgebreid beschreven in 'Rapportage Analyseresultaten Molekuulspectrometrie', 1998.

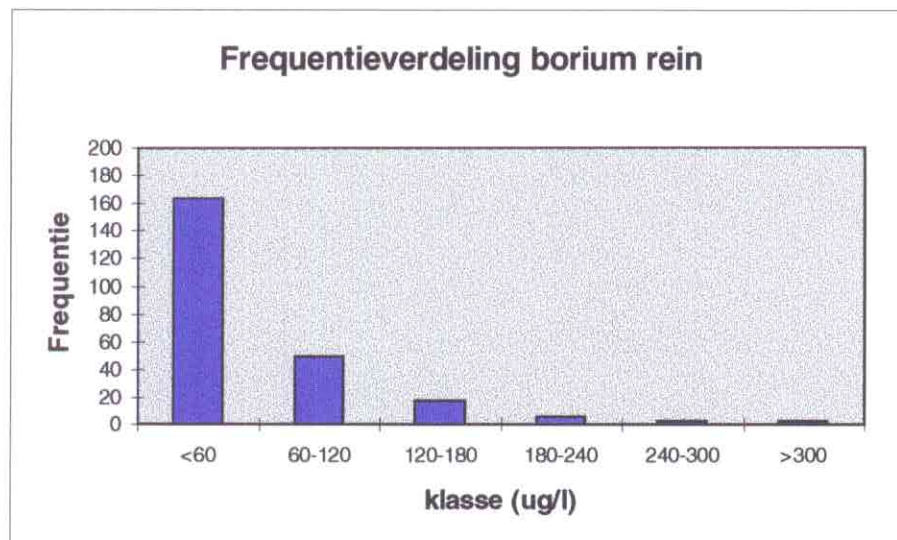
3. Resultaten

3.1 Borium en molybdeen

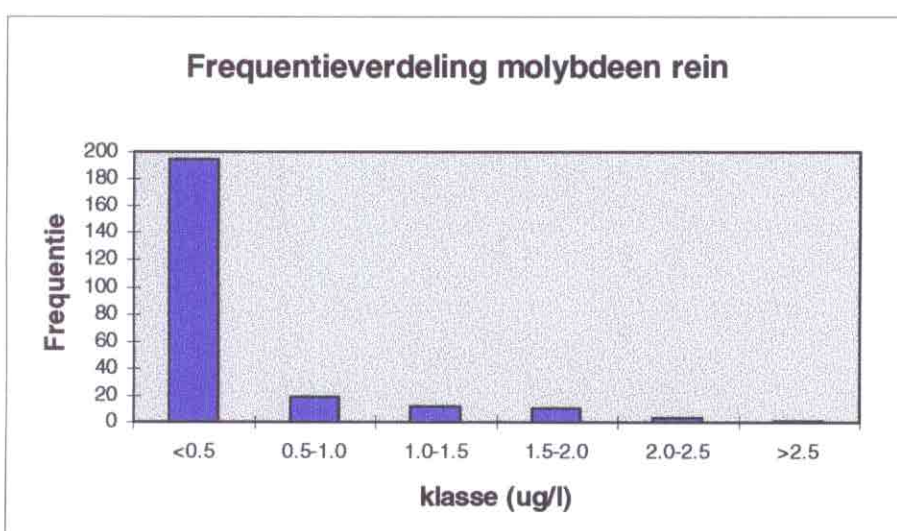
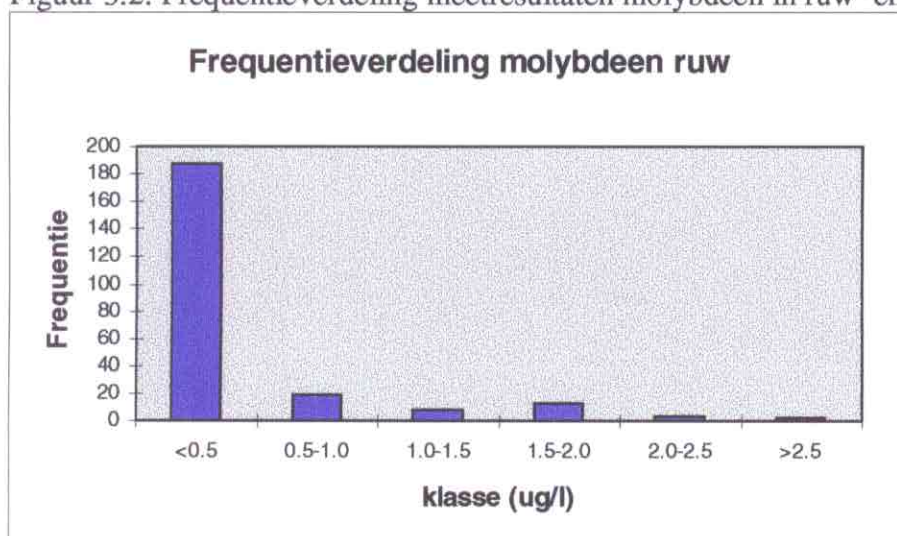
De meetresultaten van de ruw- en reinwatermonsters bij alle grond- en oppervlaktewaterpompstations zijn weergegeven in bijlage 2. Figuren 1 en 2 geven een frequentieverdeling van de meetresultaten onderverdeeld in verschillende klassen van zowel de ruw- als de reinwatermonsters. Voor borium en molybdeen geldt een mediaan waarde voor ruwwatermetingen van $27.5 \mu\text{g/l}$ ($= 2.54 \mu\text{mol/l}$) respectievelijk $1.1 \mu\text{g/l}$ ($= 0.011 \mu\text{mol/l}$). Voor de reinwatermetingen geldt een mediaan waarde voor borium van $25 \mu\text{g/l}$ ($= 2.31 \mu\text{mol/l}$) en voor molybdeen van $1.3 \mu\text{g/l}$ ($= 0.013 \mu\text{mol/l}$). Bij vrijwel alle grond- en oppervlaktewaterpompstations liggen de meetwaarden voor borium in het ruwe en reine water boven de detectiegrens van $3 \mu\text{g/l}$. Bij slechts vijf van de 232 onderzochte drinkwaterpompstations ($= 2.2\%$) is in zowel het ruwe als het reine water geen borium aangetoond. Deze vijf drinkwaterpompstations zijn allen grondwaterpompstations. De meetwaarden voor molybdeen liggen in het ruwe water bij 45 van de 232 onderzochte drinkwaterpompstations ($= 19.4\%$) en in het reine water bij 46 van de 240 onderzochte drinkwaterpompstations ($= 18.8\%$) boven de detectiegrens van $0.5 \mu\text{g/l}$. Hieronder bevinden zich naast grondwaterpompstations tevens de meeste oppervlaktewaterpompstations. In het merendeel van de monsters is geen molybdeen aangetoond. In figuren 3 en 4 zijn de meetresultaten van de reinwatermonsters van de onderzochte pompstations weergegeven. Het blijkt dat voor zowel borium als molybdeen geldt dat de hoogste concentraties voornamelijk voorkomen in drinkwater met als bron oppervlaktewater en in de duinen geïnfiltererd (rivier)water. Bij zes pompstations zijn duplo-monsters genomen van het ruwe water en bij vijf pompstations zijn duplo-monsters genomen van het reine water. De individuele waarden van de duplo's wijken minder dan 5% af van het gemiddelde. De duplo's zijn berekend als gemiddelde waarden en op deze wijze opgenomen in bijlage 2 en in de figuren.

Figuur 3.1: Frequentieverdeling meetresultaten borium in ruw- en reinwater in 1997

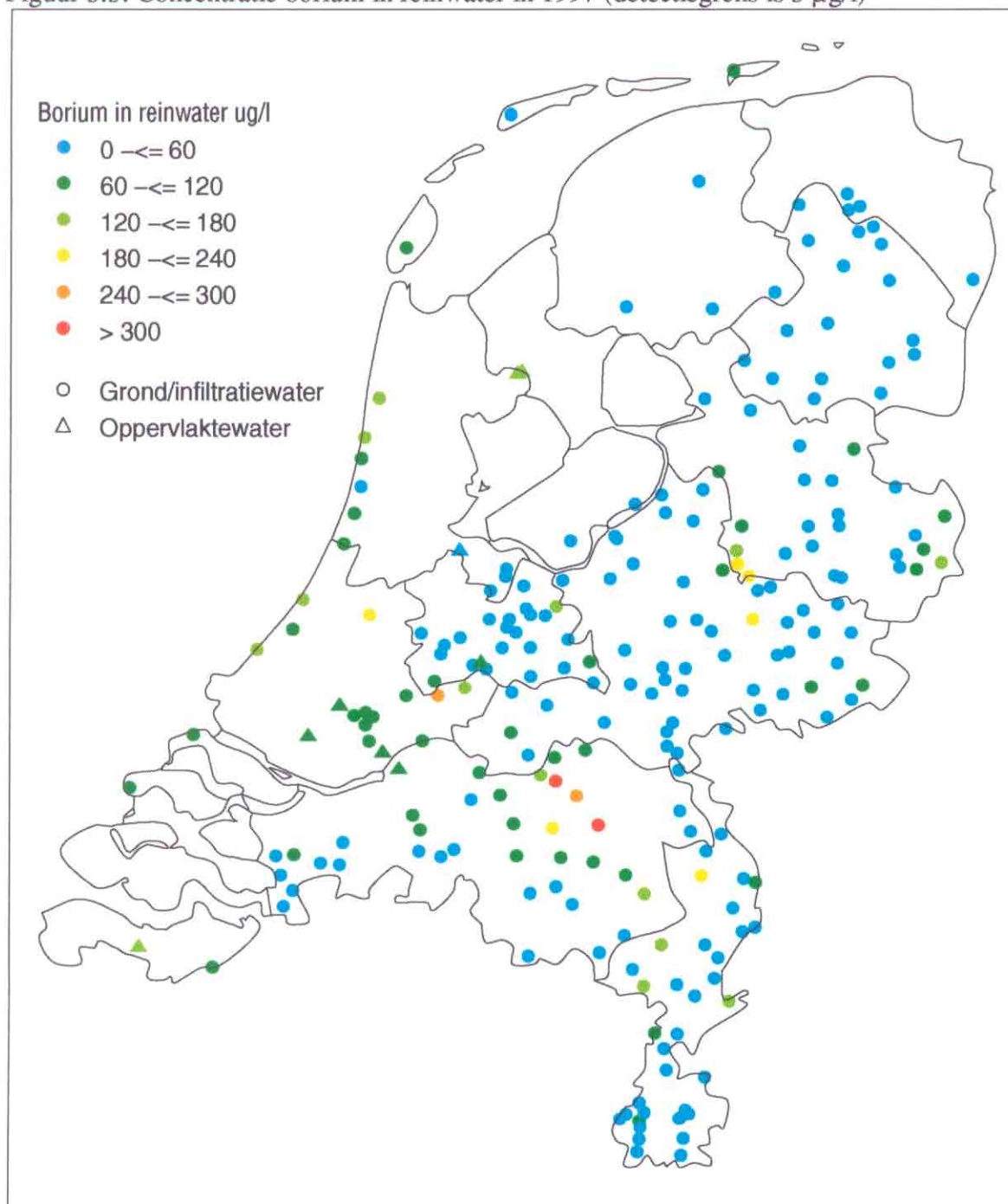


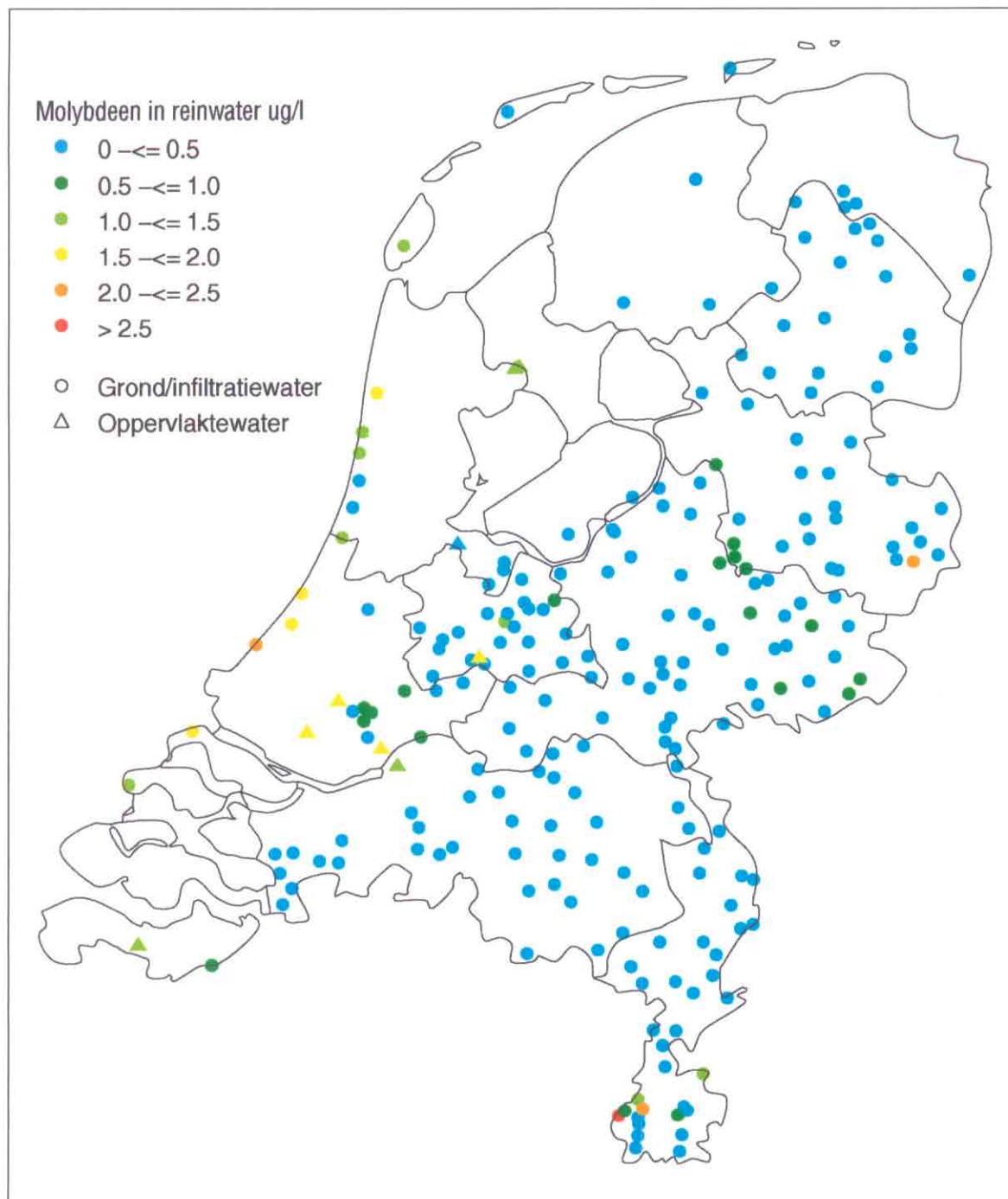


Figuur 3.2: Frequentieverdeling meetresultaten molybdeen in ruw- en reinwater in 1997



Figuur 3.3: Concentratie borium in reinwater in 1997 (detectiegrens is 3 µg/l)



Figuur 3.4: Concentratie molybdeen in reinwater in 1997 (detectiegrens is 0.5 $\mu\text{g/l}$)

3.2 Ftalaten

3.2.1 Analyse ftalaten

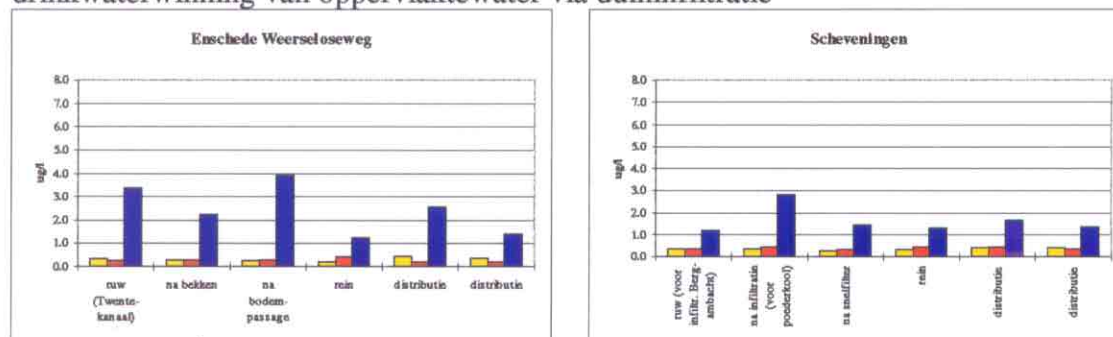
De resultaten van de ruw- en reinwatermonsters bij alle oppervlaktewaterpompstations en bij de drie (oever)grondwaterpompstations zijn weergegeven in bijlage 3. Van vier van de negen onderzochte ftalaten (DEP, DMPP, DBP en DEHP) liggen de meeste meetwaarden in het ruwe en het reine water bij alle bemonsterde drinkwaterpompstations boven de bepalingsgrens van 0.1 µg/l. De overige ftalaten (DMP, DPP, BBzP, DCHP en DnOP) zijn niet aangetoond boven de bepalingsgrens. In tabel 3.1 is weergegeven welke ftalaten zijn aangetoond bij de 16 onderzochte drinkwaterpompstations.

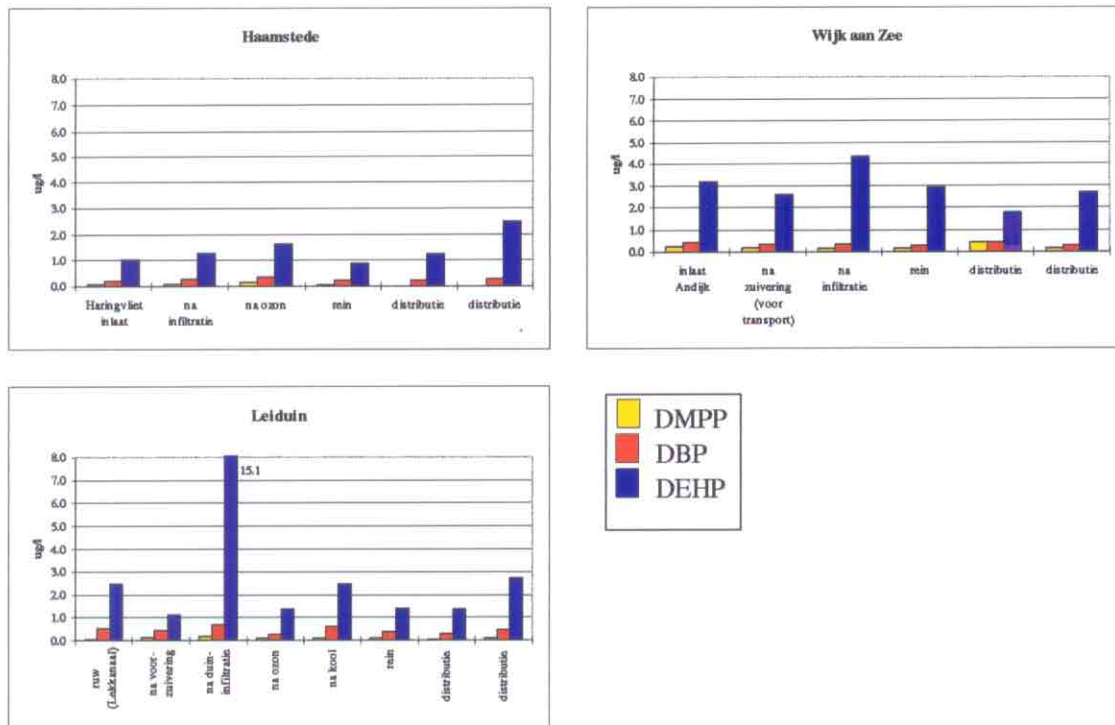
Tabel 3.1: Aangetoonde ftalaten bij 13 oppervlaktewater- en 3 (oever)grondwaterpompstations in ruw- en reinwater

Oppervlaktewaterpompstations (aantal pompstations)		(oever)Grondwaterpompstations (aantal pompstations)	
Ruw	Rein	Ruw	Rein
DBP (13)	DBP (13)	DBP (3)	DBP (3)
DEHP (13)	DEHP (13)	DEHP (3)	DEHP (3)
DEP (11)	DEP (11)	DEP (2)	DEP (3)
DMPP (13)	DMPP (13)	DMPP (1)	DMPP (1)

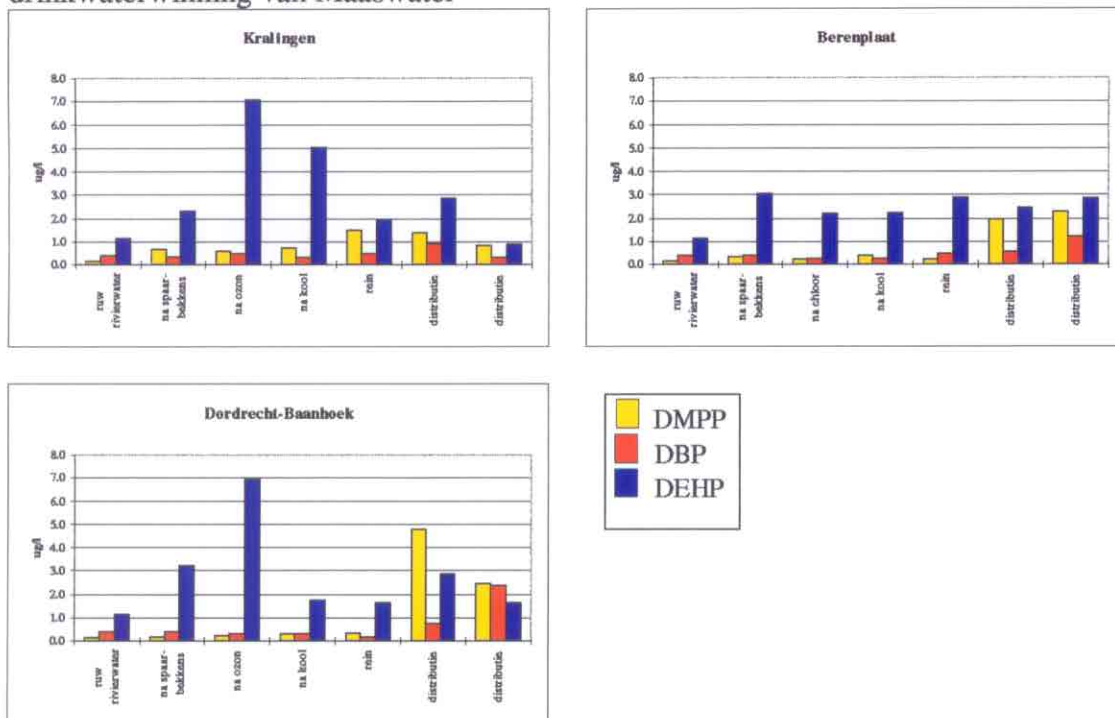
Aangezien ftalaten vaak als weekmakers worden gebruikt in kunststofleidingen, zijn bij de drinkwaterpompstations tevens monsters genomen in de zuivering en in het distributienet. Het betreft hier 10 oppervlaktewater- en 3 (oever)grondwaterpompstations. Bij alle drinkwaterpompstations zijn de monsters genomen uit kunststofleidingen. Het blijkt dat DMPP, DBP en DEHP tijdens alle zuiveringsstappen en distributiemeetpunten zijn aangetoond. De overige ftalaten zijn niet of niet bij alle zuiveringsstappen aangetoond. Figuren 3.5 t/m 3.8 geven een overzicht van de gemeten concentraties in de zuivering en in het distributienet van DMPP, DBP en DEHP bij de verschillende typen drinkwaterwinning.

Figuur 3.5: Concentraties DMPP, DBP en DEHP in de zuivering en in het distributienet bij drinkwaterwinning van oppervlaktewater via duininfiltratie

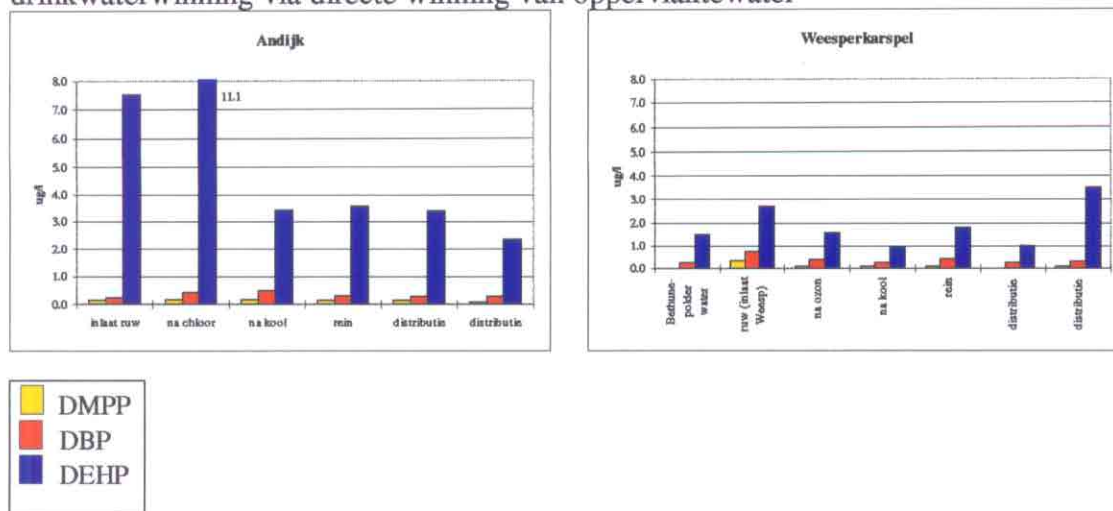




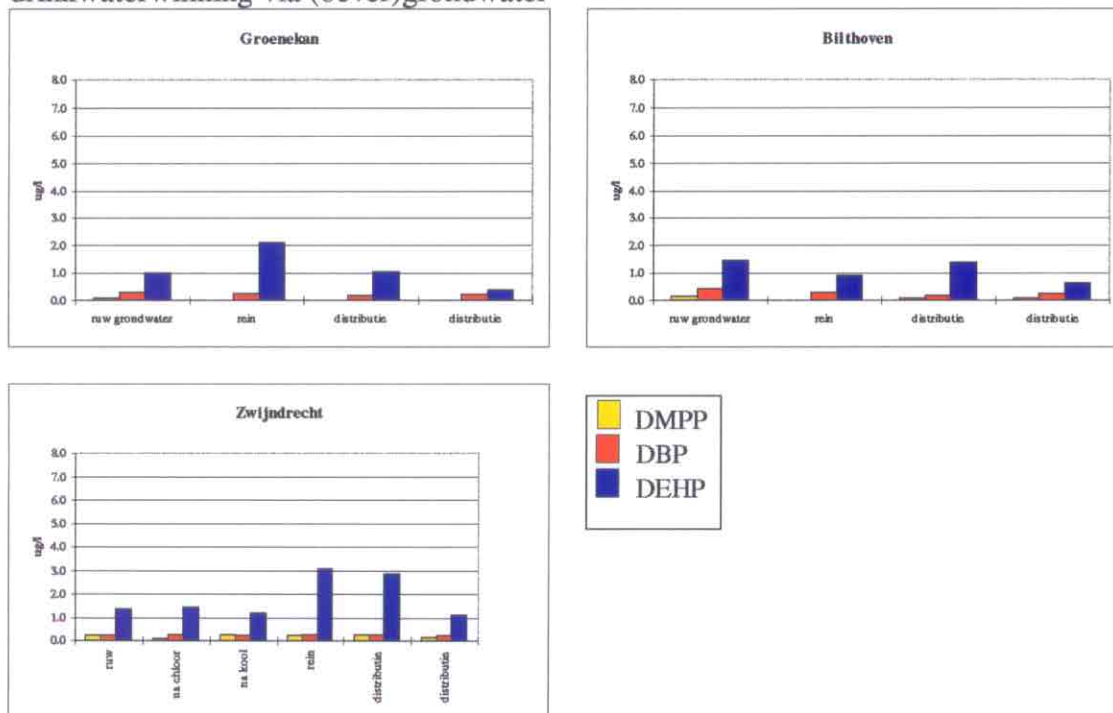
Figuur 3.6: Concentraties DMPP, DBP en DEHP in de zuivering en in het distributienet bij drinkwaterwinning van Maaswater



Figuur 3.7: Concentraties DMPP, DBP en DEHP in de zuivering en in het distributienet bij drinkwaterwinning via directe winning van oppervlaktewater



Figuur 3.8: Concentraties DMPP, DBP en DEHP in de zuivering en in het distributienet bij drinkwaterwinning via (oever)grondwater



3.2.2 Risico-evaluatie ftalaten

Ftalaatesters worden gebruikt als weekmakers in kunststoffen. De meest bekende en meest onderzochte ftalaatester is di(2-ethylhexyl)ftalaat (DEHP). De voornaamste toxische effecten van ftalaatesters zijn die op de lever en op de reproductie.

Wat betreft de effecten op de lever zijn hepatocellulaire hypertrofie, leververgroting, hypolipidemie en voor DEHP, leverceltumoren (in muizen en ratten) waargenomen. Het ontstaan van de leverceltumoren, wordt in verband gebracht met de inductie van hepatocellulaire peroxisoomproliferatie. Ftalaatesters met een lange vertakte zijketen hebben een grotere potentie voor dit effect dan ftalaatesters met een rechte of korte keten.

Reeds bij kortdurende blootstelling aan relatief lage doses van ftalaatesters wordt peroxisoomproliferatie waargenomen. Vooral muizen en ratten zijn zeer gevoelig voor dit effect, terwijl cavia's, apen en mensen veel minder gevoelig zijn. Ftalaatesters vertonen over het algemeen geen genotoxische activiteit en de inductie van leverceltumoren door peroxisoomproliferatie-veroorzakende stoffen wordt daarom verondersteld een drempelwaarde te bezitten. De relevantie van de in muizen en ratten gevonden leverceltumoren voor de mens wordt daarmee twijfelachtig.

Wat betreft de reproductie-effecten worden in proefdieren zowel de mannelijke als de vrouwelijke vruchtbaarheid beïnvloed. In mannelijke muizen en ratten worden effecten op de testes (o.a. atrofie) waargenomen. Bij vrouwelijke proefdieren worden meer resorpties en een verminderd aantal levende foeten per nest waargenomen. De foeten van aan ftalaten blootgestelde moeders vertonen een lager geboortegewicht. Teratogeniteit wordt waargenomen bij relatief hoge doses, die meestal ook maternale toxiciteit veroorzaken. De afgelopen jaren is veel gepubliceerd over de mogelijke oestrogene activiteit van ftalaatesters. Op grond van de testen, die speciaal voor het monitoren van dit effect zijn ontwikkeld, kunnen echter geen risicoschattingen voor de mens worden gemaakt.

Om een mogelijk risico voor de mens van de gevonden concentraties di(methyl-propyl)ftalaat (DMPP), dibutylftalaat (DBP) en DEHP in drinkwater te kunnen inschatten, moet allereerst een "no observed adverse effect level" (NOAEL) voor de meest gevoelige parameter in de meest gevoelige diersoort worden vastgesteld voor de drie ftalaatesters. De meest gevoelige parameter is de inductie van peroxisomale proliferatie in de lever van muizen/ratten. Deze parameter is echter minder belangrijk voor de mens. Daarom wordt een risicoschatting voor deze stoffen gebaseerd op reproductie-toxiciteit.

Voor DEHP kan voor reproductie-toxiciteit een NOAEL van 14 mg/kg l.g. worden vastgesteld op basis van een "continuous breeding" studie in muizen.

Voor DBP kan echter alleen een "lowest observed adverse effect level" (LOAEL) van 66 mg/kg l.g. worden vastgesteld op basis van een "continuous breeding" studie in ratten.

Voor DMPP zijn geen gegevens beschikbaar waaruit een NOAEL of LOAEL kan worden afgeleid. Aangezien DMPP net als DEHP vertakte zijketens heeft, wordt voorgesteld voor deze ftalaatester dezelfde NOAEL te gebruiken als voor DEHP. (ECETOC, 1992; IPCS, 1997; BUA, 1996).

De eventuele oestrogene werking van enkele van de hier onderzochte ftalaten is in dit onderzoek niet in beschouwing genomen.

3.3 Ontwikkeling methodiek polaire bestrijdingsmiddelen

3.3.1 Methodiekwontwikkeling

Het onderzoek is gericht op de ontwikkeling van een efficiënte HPLC-methode voor de bepaling van fenylureum herbiciden in water, waarbij de voorbereiding in de vorm van een concentrering van het monster liefst wordt vermeden. Hiertoe dient een groot volume (1 l) geïnjecterd te worden zodat concentrering van het monster op de voorkolom kan plaatsvinden. Er zijn twee ionisatietechnieken voor de identificatie van de stoffen gebruikt. De 'Atmospheric Pressure Chemical Ionization' (APCI) blijkt iets gevoeliger te zijn dan de 'Electrospray Ionization' (ESI). De detectiegrenzen in Milli-Q water varieerden van respectievelijk 0.01 tot 0.2 µg/l voor APCI tot 0.05 tot 0.5 µg/l voor ESI. Aangezien APCI de meest geschikte ionisatietechniek lijkt te zijn, is hiermee verder gewerkt. Met behulp van 'Selected Ion Monitoring' (SIM) zijn de monsters gecontroleerd op de aanwezigheid van de op te sporen herbiciden.

Nadeel van het SIM scantype is dat voor de aanvang van de analyse een selectie moet worden gemaakt van de fenylureum bestrijdingsmiddelen die bepaald kunnen worden. Hierdoor worden niet alle in het monster aanwezige herbiciden gedetecteerd. In dit onderzoek is een aantal SIM analyses uitgevoerd, wat geresulteerd heeft in de volgende schatting van detectiegrenzen:

monuron:	0.01 µg/l
monolinuron:	0.05 µg/l
isoproturon:	0.01 µg/l
diuron:	0.01 µg/l
linuron:	0.5 µg/l

Vermeld dient te worden dat de analysemethode zoals die nu is ontwikkeld, een kwalitatieve methode is. Uitspraken over de concentraties van analyten in monsters kunnen hooguit als semi-kwantitatief gekwalificeerd worden. In volgend onderzoek zal moeten worden bekeken in hoeverre het kwantitatieve aspect van de methode te verbeteren is.

3.3.2 Analyse 'spiked' monsters door middel van een ringonderzoek

De aanwezigheid van alle aan de monsters toegevoegde fenylureum herbiciden kon met behulp van de LC-MS methode bevestigd worden.

De toepassing van de LC-MS methode voor het bepalen van fenylureum herbiciden in water, geeft aan dat de afwijkingen tussen de gemeten concentraties in de monsters en de toegevoegde bekende concentraties aan de monsters absoluut gezien over het algemeen gering zijn.

De toegepaste LC/APCI-MS methode is voor 7 van de 10 onderzochte polaire bestrijdingsmiddelen gevoelig genoeg om deze verbindingen te kunnen detecteren op een concentratieniveau van 0.1 ng/ml. Voor linuron, metobromuron en chloorbromuron is de detectiegrens van > 0.5 ng/ml echter te hoog. Dit is hoogstwaarschijnlijk te wijten aan een verschil in structuurformules tussen linuron, metobromuron en chloorbromuron en de 7 overige onderzochte fenylureum herbiciden.

4. Discussie

4.1 Borium en molybdeen

De normwaarde voor borium in drinkwater is 1000 µg/l (= 92.50 µmol/l). De WHO hanteert een richtlijnwaarde voor borium in drinkwater van 500 µg/l (= 46.25 µmol/l) (WHO, 1998). In Nederland is er geen norm voor molybdeen in drinkwater. De resultaten van molybdeen zijn daarom getoetst aan de WHO richtlijnwaarde van 70 µg/l (= 0.73 µmol/l) (WHO, 1993)

Bij vrijwel alle grond- en oppervlaktewaterpompstations is borium in het ruwe en reine water aangetoond. De aangetoonde concentraties borium blijven echter onder de norm voor borium in drinkwater. Ook de door de WHO gehanteerde richtlijn voor borium in drinkwater wordt niet overschreden. Molybdeen daarentegen is in slechts 19% van alle grond- en oppervlaktewaterpompstations in het ruwe en reine water aangetoond. Ook voor molybdeen geldt dat de aangetoonde concentraties onder de WHO richtlijn voor molybdeen in drinkwater blijven. De aangetoonde concentraties borium en molybdeen in het ruwe en reine water van alle grond- en oppervlaktewaterpompstations zijn dusdanig laag, dat geconstateerd kan worden dat het voorkomen van borium en molybdeen in drinkwater geen problemen oplevert voor de volksgezondheid.

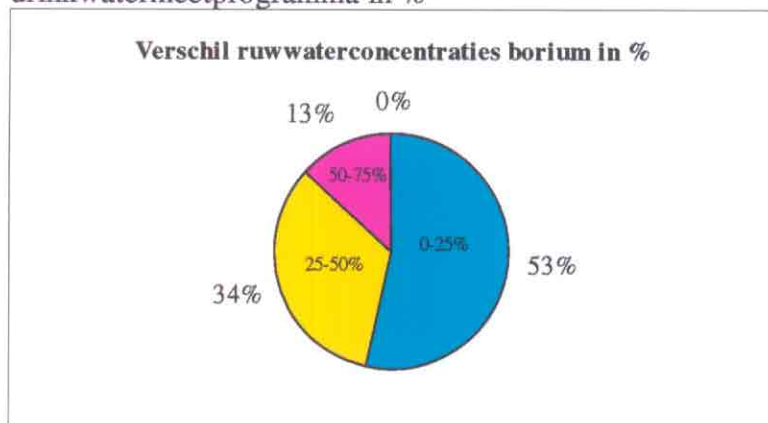
Er is geen meetverplichting voor molybdeen, voor borium daarentegen is er een meetverplichting de stof 4x per jaar te meten in het ruwe oppervlaktewater. Vergelijking van de hier gevonden meetresultaten met resultaten van gemeten borium-gehalten in 1984 laat zien, dat bij slechts twee pompstations in 1984 gehalten zijn gemeten hoger dan 500 µg/l (Fonds *et al.*, 1987). De gemeten waarden blijven echter onder de norm van 1000 µg/l. Beide drinkwaterpompstations zijn heden gesloten.

De meetresultaten van borium verkregen met het drinkwatermeetprogramma 1997 zijn tevens vergeleken met de gemeten gemiddelde concentraties borium zoals deze in de drinkwaterkwaliteitsgegevens van de waterleidingbedrijven (REWAB) staan vermeld voor het jaar 1996. De ruwwatermetingen verkregen met REWAB zijn aanwezig van slechts 39 drinkwaterpompstations, waaronder alle oppervlaktewaterpompstations en een beperkt aantal grondwaterpompstations. De detectiegrenzen van de verschillende metingen lopen uiteen. Toch komen de ruwwaterconcentraties borium van het drinkwatermeetprogramma redelijk tot goed overeen met de REWAB-data. Het blijkt dat 53% van de metingen een verschil in ruwwaterconcentraties geeft tussen 0 en 25% (zie figuur 4.1 en bijlage 4), waarbij er geen verschil aantoonbaar is tussen de oppervlaktewater- en de grondwatermetingen. Een verschil van meer dan 50% betekent dat de ruwwaterconcentraties verkregen met REWAB en met het drinkwatermeetprogramma meer dan een factor 2 van elkaar verschillen.

De metingen van borium in reinwater uit REWAB zijn aanwezig van 86 drinkwaterpompstations, waaronder alle oppervlaktewaterpompstations en de grondwaterpompstations in Brabant en Limburg. De analyses van de grondwatermonsters zijn uitgevoerd door één laboratorium. Aangezien de detectiegrens gebruikt door het drinkwatermeetprogramma (3 µg/l) bijna 17x zo laag is als de detectiegrens gebruikt door het laboratorium (50 µg/l), is het niet mogelijk een goede vergelijking weer te geven tussen de resultaten van de metingen in het reine water.

Er is geen aanleiding om voor zowel borium als molybdeen de verkennende metingen in de nabije toekomst te herhalen. Harmonisatie van de meetverplichting voor de waterleidingbedrijven voor met name borium wordt aanbevolen.

Figuur 4.1: Verschil ruwwaterconcentraties borium verkregen met REWAB en met het drinkwatermeetprogramma in %



4.2 Ftalaten

4.2.1 Voorkomen ftalaten

In Nederland is er geen norm voor ftalaten, de WHO hanteert wel een richtlijnwaarde voor diethylhexylftalaat (DEHP) in drinkwater van 8 µg/l.

De ftalaten DBP en DEHP zijn bij alle 16 drinkwaterpompstations in het ruwe en reine water aangetoond. In ruwwater is voor DBP en DEHP een maximum waarde gemeten van 0.5 µg/l, respectievelijk 7.5 µg/l. In reinwater (af pompstation) is voor DBP een maximum waarde gemeten van 0.4 µg/l en voor DEHP 3.6 µg/l. De concentraties ftalaten gemeten in het distributienet blijken vaak hoger te zijn dan gemeten in het reine water. Deze bevindingen worden mogelijk veroorzaakt door het gebruik van kunststofleidingen. In het distributienet (drinkwater) zijn maximum waarden gemeten voor DEHP, DBP en DMPP van 3.5 µg/l, 2.3 µg/l, respectievelijk 4.8 µg/l. De aangetoonde concentraties DEHP blijven echter onder de WHO richtlijn voor DEHP in drinkwater.

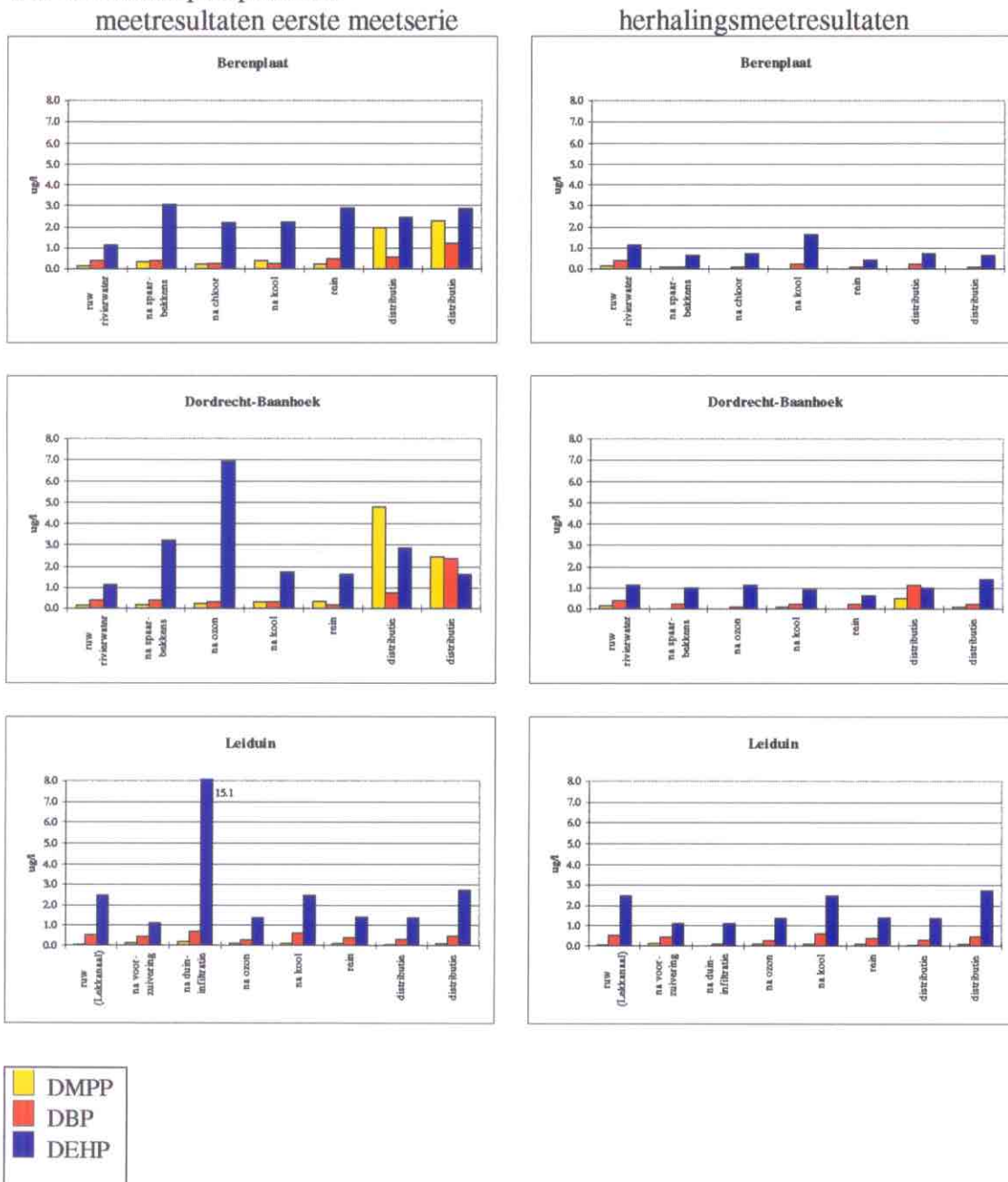
Het IJsselmeer blijkt als drinkwaterbron de hoogste concentraties ftalaten te bevatten. Tevens blijkt dat bij Kralingen en Dordrecht-Baanhoek een verhoging van het gehalte DEHP plaatsvindt na ozonisatie in tegenstelling tot Weesperkarspel en Leiduin. In Kralingen en Dordrecht-Baanhoek wordt een normale ozondosis (2 mg/l) gebruikt, terwijl in Weesperkarspel en Leiduin een relatief lage ozondosis in combinatie met biologisch actiefkool wordt toegepast.

Met behulp van de NOAEL voor DEHP en DMPP van 14 mg/kg l.g. is voor beide ftalaten een 'margin of safety' te berekenen van ongeveer 100.000. Voor DBP is met behulp van de LOAEL van 66 mg/kg l.g. een 'margin of safety' te berekenen van ongeveer 1.000.000. Er is voor ftalaten geen verschil te onderscheiden tussen de diverse typen oppervlaktewaterbronnen. Uit de gevonden resultaten is geen consequent effect van de zuivering af te leiden. Het voorkomen van ftalaten in drinkwater levert vooralsnog geen problemen op voor de volksgezondheid; de eventuele oestrogene werking van de ftalaten is in dit onderzoek echter niet in beschouwing genomen.

4.2.2 Herhalingsmetingen ftalaten

Als gevolg van hoge piekconcentraties zijn bij drie drinkwaterpompstations herhalingsmetingen uitgevoerd. Bij Berenplaat en Kralingen zijn herhalingsmetingen uitgevoerd in de zuiveringen en het distributienet. Bij Leiduin is enkel een herhalingmeting verricht van het water na voorzuivering. Figuur 4.2 geeft een overzicht van de resultaten van de eerste meetserie vergeleken met de resultaten van de herhalingsmetingen.

Figuur 4.2: Vergelijking resultaten eerste meetserie met de resultaten van de herhalingsmetingen van concentraties DMPP, DBP en DEHP in de zuivering en in het distributienet bij drie drinkwaterpompstations



Uit de figuren blijkt dat voornamelijk de concentraties DBP en DMPP bij de herhalingsmetingen duidelijk lager zijn. DEHP is ook in de herhalingsmeetserie in de hoogste concentraties aangetoond: 1.4 µg/l in het reine water (af pompstation) en 2.7 µg/l in het distributienet (drinkwater). De aangetoonde concentraties DEHP blijven onder de WHO richtlijn voor DEHP in drinkwater.

De eerste meetserie is uitgevoerd in de maanden november en december 1997; de tweede (herhalings)meetserie is uitgevoerd in de maand juni 1998. Het verschil in meet/weersomstandigheden kan een verklaring zijn voor de uiteenlopende resultaten.

4.3 Ontwikkeling methodiek polaire bestrijdingsmiddelen

Bij de ontwikkeling van een goede methodiek om polaire bestrijdingsmiddelen (fenylureum herbiciden) in drinkwater en in de bronnen van drinkwater te kunnen bepalen, zijn de volgende punten van belang:

- * Het is noodzakelijk voor elke te bepalen analyt een isotoop gelabelde analoog aan het monster toe te voegen. In dit onderzoek bleek echter geen isotoop gelabeld fenylureum herbicide voor handen te zijn. Er is daarom gebruik gemaakt van het fenylureum herbicide fluometuron. Ondanks dat dit geen isotoop gelabeld fenylureum herbicide is, is dit waarschijnlijk de beste optie.
- * Wanneer geen monstervoorbewerking wordt toegepast, is de kans op interferenties bij de gebruikte analysemethode vrij groot. Als gevolg hiervan kunnen vals-positieve uitslagen veroorzaakt worden.
- * De toegepaste LC-MS methode is niet voor alle onderzochte polaire bestrijdingsmiddelen gevoelig genoeg om deze verbindingen te kunnen detecteren. Meer onderzoek blijft daarom noodzakelijk, om uiteindelijk voor alle polaire bestrijdingsmiddelen een eenduidige methodiek te verkrijgen.

5. Conclusies

Het drinkwatermeetprogramma van het RIVM wordt sinds 1993 uitgevoerd en verandert per jaar. De analyse- en bemonsteringscapaciteit wordt sindsdien ingezet voor het meten van parameters en nieuwe stoffen die niet door de waterleidingbedrijven worden gemeten. Het routinematige deel ter controle van het Waterleidingbesluit is met deze vorm van gerichte monitoring grotendeels vervangen.

Dit rapport geeft de meetresultaten over 1997 weer van de volgende parameters, te weten borium, molybdeen en een aantal ftalaten. Tevens is getracht een methodiek te ontwikkelen voor het bepalen van polaire bestrijdingsmiddelen in water. Hieronder worden in het kort per stof(groep) de belangrijkste conclusies weergegeven:

* *Borium*: borium is bij alle oppervlaktewaterpompstations en bij het overgrote merendeel van alle grondwaterpompstations in het ruwe en het reine water aangetoond. De aangetoonde concentraties blijven echter onder de norm voor borium in drinkwater. Het voorkomen van borium in drinkwater levert geen problemen op voor de volksgezondheid.

* *Molybdeen*: Molybdeen is in slechts 19% van alle grond- en oppervlaktewaterpompstations in het ruwe en reine water aangetoond. In het merendeel van de monsters is geen molybdeen aangetoond.

In Nederland is er geen norm voor molybdeen in drinkwater. De resultaten van molybdeen zijn daarom getoetst aan de WHO richtlijn van 70 µg/l voor molybdeen in drinkwater. De aangetoonde concentraties blijven echter onder de WHO richtlijn voor molybdeen in drinkwater. Het voorkomen van molybdeen in drinkwater levert geen problemen op voor de volksgezondheid.

De resultaten van borium en molybdeen geven geen aanleiding de meetinspanning voor deze stoffen in het Waterleidingbesluit te veranderen. Het is niet uit te sluiten dat op basis van nieuwe regelgeving van de EU dit alsnog gebeurt.

* *Ftalaten*: Met behulp van de GC-MS methode is een negental ftalaten, waarvan een aantal met mogelijk pseudo-oestrogene werking bepaald in het ruwe en reine water bij alle oppervlaktewaterpompstations en bij drie (oever)grondwaterpompstations. Van vier van de negen onderzochte ftalaten (diethylftalaat, dimethylpropylftalaat, dibutylftalaat en diethylhexylftalaat) liggen de meeste meetwaarden in het ruwe en het reine water bij alle bemonsterde drinkwaterpompstations boven de bepalingsgrens van 0.1 µg/l. De overige ftalaten (dimethylftalaat, dipropylftalaat, butylbenzylftalaat, dicyclohexylftalaat en dioctylftalaat) zijn niet aangetoond. Het IJsselmeer blijkt als drinkwaterbron de hoogste concentraties ftalaten te bevatten.

In Nederland is er geen norm voor ftalaten in drinkwater. De WHO hanteert wel een norm voor diethylhexylftalaat (DEHP) in drinkwater van 8 µg/l. De aangetoonde concentraties DEHP blijven echter onder de WHO richtlijn voor DEHP in drinkwater. Bij een aantal drinkwaterpompstations zijn de concentraties ftalaten gemeten in het distributienet hoger dan gemeten in het reine water (af pompstation). Mogelijk wordt dit veroorzaakt door het gebruik van kunststofleidingen.

Er is geen verschil tussen de diverse typen oppervlaktewaterbronnen waar te nemen. Tevens blijkt dat er geen consequent effect van de zuivering is af te leiden. Het voorkomen van ftalaten in drinkwater levert vooralsnog geen problemen op voor de volksgezondheid; de eventuele oestrogene werking van enkele ftalaten is in dit onderzoek niet in beschouwing genomen.

* *Ontwikkeling methodiek polaire bestrijdingsmiddelen:* Uit het onderzoek blijkt dat de directe (on-line) analyse van watermonsters middels LC/LC-APCI/MS een geschikte techniek kan zijn voor de screening van polaire bestrijdingsmiddelen in water. De meeste van de geteste verbindingen zijn op snelle wijze (totale analysetijd ca 30 min.) in de onderzochte typen watermonsters te bepalen met een onderste analysegrens beneden de 0.1 µg/l. De analyseresultaten van de ontwikkelde methode van de watermonsters afkomstig van het KIWA ringonderzoek komen redelijk goed overeen met de hieraan toegevoegde concentraties. Een nadeel is dat voor enkele verbindingen de onderste analysegrens van 0.1 µg/l niet gehaald wordt. Voor sommige verbindingen zijn op het niveau van ca 0.05 µg/l in de matrix oppervlaktewater ook een signaal in de blanco gevonden. Dit betekent dat de selectiviteit van de methode voor stoffen op het lage niveau (nog) niet voldoende is. De methodiek zoals die nu is ontwikkeld, is een kwalitatieve methode. Vervolgonderzoek is nodig om te bekijken in hoeverre het kwantitatieve aspect van de methode te verbeteren is.

Literatuur

BUA (1996)

BUA Report 114 (Supplementary Reports I), p. 1-35, 1996.

ECETOC (1992)

Monograph No.17, Hepatic Peroxisome Proliferation, 1992.

Fonds A.W., Van den Eshof A.J. en Smit E. (1987)

Overzicht van concentraties van bestanddelen van het drinkwater in Nederland, die niet tot het gebruikelijke jaarlijkse analyse-pakket behoren,

RIVM-rapport nr. 218108004, Bilthoven, 13 augustus 1987.

IPCS (1997)

Environmental Health Criteria 189 Di-n-butyl-Phthalate, 1997.

Toelichting en Beschrijving Methode, als bijlage 1 behorende bij briefnummer 128/98 LOC-GK, maart 1998.

Rapportage Analyseresultaten Molekuulspectrometrie, als bijlage behorende bij briefnummer 093-98 LOC-MS, 25 februari 1998.

Van der Velde-Koerts T. (1998)

Toepassing van DIN-ICP-MS en scanning-scouting van B en Mo in grondwater, drinkwater en regenwater,

RIVM rapportnr. 703713005, Bilthoven, maart 1998.

Versteegh J.F.M. en Wetsteyn F.J. (1994)

De kwaliteit van het drinkwater in Nederland in 1992, In de reeks Handhaving Milieuwetten nummer 94/58; VROM distributiecode 8304/133.

Versteegh J.F.M., Van Gaalen F.W. en Van Breemen A. (1995)

De kwaliteit van het drinkwater in Nederland in 1993, In de reeks Handhaving Milieuwetten nummer 95/97; VROM distributiecode 8304/133.

Versteegh J.F.M., Van Gaalen F.W. en Beuting D.M. (1996)

De kwaliteit van het drinkwater in Nederland in 1994, In de reeks Handhaving Milieuwetten nummer 96/105; VROM distributiecode 8323/133.

Versteegh J.F.M., Van Gaalen F.W. en Peen F. (1997)

De kwaliteit van het drinkwater in Nederland in 1995, In de reeks Handhaving Milieuwetten nummer 97/114; VROM distributiecode 20315/200

Versteegh J.F.M. en Lips F. (1998)

De kwaliteit van het drinkwater in Nederland in 1996, In de reeks Handhaving Milieuwetten nummer 98/4; VROM distributiecode 17016/185

WHO (1993)

Guidelines for drinking-water quality,
second edition, Volume 1 Recommendations, World Health Organisation Geneva

WHO (1998)

Addendum to Volume 2, World Health Organisation Geneva

Bijlage 1 Verzendlijst

1	Ir. P.J. Verkerk, hoofdinspecteur van de Volkgezondheid voor de Milieuhygiëne
2	Mr. A.D. Holtkamp, DGM Directeur Directie DWL
3	Dr.Ir. B.C.J. Zoeteman plv. DG Milieubeheer
4	Dr. J.H. Dewaide IBC-drinkwater, IMH-Zuid
5	Ir. G. Ardon DGM, Directie DWL
6	Mw. A. v/d Schraaf, DGM/HIMH
7	Ir. W. Cramer DGM, Directie DWL
8-13	Regionale Inspecties Milieuhygiëne
14-38	Waterleidingbedrijven
39-55	Hoofden Waterleidinglaboratoria
56	Dr. W.F.B. Jülich, RIWA
57	Mw. Ir. A.J.M. van Grol, RIWA
58	Mw. Ing. A.J. Schäfer, RIZA
59	Dr. Ir. Th.H.M. Noij, Kiwa O&A
60	Ir. F.L. Schulting, Kiwa O&A
61	Depot nederlandse publikaties en nederlandse bibliografie
63	Directie RIVM
64	Prof. Ir. N.D. van Egmond, Directeur sector Milieu-onderzoek RIVM
65	Dr. P. van Zoonen
66	Dr. A. Henken
67	Ir. J. Kliest
68	Ir. H.J. van de Wiel
69	Dr. Ir. R.F.M.J. Cleven
70	Dr. R.A. Baumann
71	Dhr. G.A.L. de Korte
72	Mw. M.E. van Apeldoorn
73	Mw. Ing. T. van der Velde-Koerts
74	Mw. E. Smit
75	Dhr. J. Neele
76	Drs. E. Buijsman
77	Dr. J.L.M. de Boer
78	Dr. Ir. M. van den Hoop
79	Dr. Ir. A.H. Havelaar
80	Dr. Ir. E.J.T.M. Leenen
81	Ir. A.H.M. Bresser
82	Drs. F.W. van Gaalen
83	Drs. F. Lips
84	W.H. Willemsen
85-90	Auteurs
91	Bureau Voorlichting en Public Relations
92	Bureau Projecten- en Rapportenregistratie
93	Bibliotheek RIVM
94-103	Bureau Rapportenbeheer
104-115	Reserve-exemplaren

Bijlage 2 Meetresultaten borium en molybdeen

Meetresultaten concentraties borium en molybdeen in ruw- en reinwater bij alle grond- en oppervlaktewaterpompstations. De concentraties zijn weergegeven in µg/l.

Nr.	Pompstationnaam	Bedrijf	Ruw B	Rein B	Ruw Mo	Rein Mo
1021	Braakman	DeltaN	159	174	1.9	1.4
305	St. Jansteen	DeltaN	44	62	< 0.5	0.6
304	Haamstede	DeltaN	89	74	1.6	1.4
302	Ossendrecht	DeltaN	21	18	< 0.5	< 0.5
301	Huybergen	DeltaN	18	18	< 0.5	< 0.5
300	Halsteren	DeltaN	30	27	< 0.5	< 0.5
1041	Altena	WNWB	67	84	< 0.5	< 0.5
260	Roosendaal-Borteldonk	WNWB	40	41	< 0.5	< 0.5
193	Schijf	WNWB	27	23	< 0.5	< 0.5
192	Seppe	WNWB	41	40	< 0.5	< 0.5
22	Bergen op Zoom-mondaf	WNWB	21	19	< 0.5	< 0.5
286	Waalwijk	WNWB	17	11	< 0.5	< 0.5
273	Tilburg-Gilzerbaan	TWM	21	21	< 0.5	< 0.5
195	Prinsenbosch	WNWB	16	16	< 0.5	< 0.5
191	Oosterhout	WNWB	62	61	< 0.5	< 0.5
190	Gilze	WNWB	10	11	< 0.5	< 0.5
189	Genderen	WNWB	99	102	< 0.5	< 0.5
25	Breda-Dorst	WNWB	66	72	< 0.5	< 0.5
1183	Brabantse Biesbosch	WBB	88	108	1.5	1.3
1178	Luycksgestel	WOB	< 3	< 3	< 0.5	< 0.5
1017	Oirschot	WOB	108	105	< 0.5	< 0.5
307	Empel	WOB	90	179	< 0.5	< 0.5
211	Vlijmen	WOB	53	71	< 0.5	< 0.5
208	Vessem	WOB	< 3	< 3	< 0.5	< 0.5
203	Haaren	WOB	123	114	< 0.5	< 0.5
117	Nuland	WOB	325	305	< 0.5	< 0.5
1046	Lieshout	WOB	54	70	< 0.5	< 0.5
212	Schijndel	WOB	219	204	< 0.5	< 0.5
207	Son	WOB	80	67	< 0.5	< 0.5
1085	Welschap	WOB	51	49	< 0.5	< 0.5
213	Someren-heide	WOB	18	21	< 0.5	< 0.5
210	Vlierden	WOB	103	160	< 0.5	< 0.5
202	Budel	WOB	5	5	< 0.5	< 0.5
114	Helmond-Bakelsedijk	WOB	105	103	< 0.5	< 0.5
48	Eindhoven. Aalsterweg	WOB	81	59	< 0.5	< 0.5
209	Vierlingsbeek	WOB	26	36	< 0.5	< 0.5
206	Veghel	WOB	366	304	< 0.5	< 0.5
201	Boxmeer	WOB	51	50	< 0.5	< 0.5
971	Lith	WOB	106	96	< 0.5	< 0.5
205	Macharen	WOB	88	81	< 0.5	< 0.5
204	Loosbroek	WOB	232	285	< 0.5	< 0.5
1189	Bergen	WML	5	8	< 0.5	< 0.5
505	Californie	WML	32	32	< 0.5	< 0.5
284	Venlo-Grote Heide	WML	16	22	< 0.5	< 0.5
270	Tegelen	WML	12	13	< 0.5	< 0.5
147	Hanik	WML	63	63	< 0.5	< 0.5
146	Oostrum	WML	25	21	< 0.5	< 0.5
143	Breehei	WML	195	185	< 0.5	< 0.5
137	Plasmolen	WML	9	9	< 0.5	< 0.5
129	Grubbenvorst	WML	32	49	< 0.5	< 0.5

Nr.	Pompstationnaam	Bedrijf	Ruw B	Rein B	Ruw Mo	Rein Mo
1185	Roosteren	WML	66	69	< 0.5	< 0.5
267	Sittard-Hoogveld	WML	15	13	< 0.5	< 0.5
141	Susteren	WML	9	9	< 0.5	< 0.5
132	Herckenbosch	WML	151	138	< 0.5	< 0.5
127	Pey	WML	22	22	< 0.5	< 0.5
1022	Schinveld/Schuttersveld	WML	9	12	< 0.5	1.4
626	Heerlen, in de koning	WML	12	8	1.6	< 0.5
155	Maastricht-Borgharen	Maastricht	57	58	1.0	1.0
153	Maastricht-Caberg	Maastricht	15	17	< 0.5	2.8
139	Roodborn	WML	14	10	< 0.5	< 0.5
135	de Landeus	WML	15	12	< 0.5	< 0.5
111	Heerlen, rivieren	WML	27	26	< 0.5	< 0.5
105	Craubeek	WML	9	9	0.6	0.6
104	Barrier	WML	9	10	1.5	1.2
144	Waterval	WML	16	16	2.6	2.2
140	de Dommel	WML	24	21	< 0.5	< 0.5
130	Heer-Vroendaal	WML	15	13	0.6	< 0.5
128	Geulle	WML	31	28	1.0	1.2
124	IJzeren Kuilen	WML	37	63	< 0.5	< 0.5
1177	Hunsel	WML	142	144	< 0.5	< 0.5
287	Weert-Graafsch. Hornel.	WML	68	50	< 0.5	< 0.5
259	Asselt	WML	32	34	< 0.5	< 0.5
258	Herten	WML	17	17	< 0.5	< 0.5
145	Ospel	WML	121	145	< 0.5	< 0.5
138	Reuver	WML	18	27	< 0.5	< 0.5
131	Helden	WML	9	9	< 0.5	< 0.5
126	Beegden	WML	9	10	< 0.5	< 0.5
87	Culemborg	WG	34	32	< 0.5	< 0.5
80	Zoelen	WG	24	24	< 0.5	< 0.5
79	Waardenburg (Kolff)	WG	111	97	< 0.5	< 0.5
78	Velddriel	WG	50	50	< 0.5	< 0.5
75	De Muntberg	WG	4	4	< 0.5	< 0.5
73	Lent	WG	49	49	< 0.5	< 0.5
68	Fikkersdries	WG	5	4	< 0.5	< 0.5
64	Druten	WG	39	24	< 0.5	< 0.5
1018	Schalterberg	NUON	4	4	< 0.5	< 0.5
283	Wageningse Berg	NUON	4	5	< 0.5	< 0.5
278	Hoenderlo	NUON	16	25	< 0.5	< 0.5
276	Amersfoortseweg-Apeldoorn	NUON	9	11	< 0.5	< 0.5
254	Oosterbeek	NUON	5	16	< 0.5	< 0.5
199	Nijmegen-Nieuwe Marktstraat	ZGN	56	59	< 0.5	< 0.5
198	Heumensoord	ZGN	21	21	< 0.5	< 0.5
19	Arnhem-Immerloo	NUON	46	55	< 0.5	< 0.5
18	Arnhem-la Cabine	NUON	4	5	< 0.5	< 0.5
255	Pinkenbergh	NUON	< 3	< 3	< 0.5	< 0.5
231	Ellecom	WOV	6	5	< 0.5	< 0.5
72	Holk	WG	12	14	< 0.5	< 0.5
1176	Wehl-Plakslag	WG	24	17	< 0.5	< 0.5
1053	Varsseveld	WG	80	74	< 0.5	< 0.5
1052	Aalten-'t Loohuis	WG	42	46	1.1	1.0
627	Noordijkerveld	WG	17	15	< 0.5	< 0.5
289	Corle (Winterswijk)	WG	78	89	0.6	0.6
227	Zutphen-Vierakker	WG	202	206	0.9	1.0
226	Vorden	WG	16	14	< 0.5	< 0.5

Nr.	Pompstationnaam	Bedrijf	Ruw B	Rein B	Ruw Mo	Rein Mo
225	Ruurlo	WG	44	43	1.1	0.9
224	Montferland (dr.J.v. Heek)	WG	11	12	< 0.5	< 0.5
223	Lochem	WG	19	19	< 0.5	< 0.5
222	Lobith-Tolkamer	WG	28	27	< 0.5	< 0.5
221	Lichtenvoorde	WG	38	39	< 0.5	< 0.5
220	Hengelo-'t Klooster	WG	12	12	< 0.5	< 0.5
219	Hengelo I (Gld)	WG	14	14	0.6	< 0.5
218	Harfsen	WG	24	18	< 0.5	< 0.5
217	Gorssel-Wogbos	WG	8	12	< 0.5	< 0.5
216	Olden Eibergen-Haarlo	WG	35	36	< 0.5	< 0.5
215	Doetinchem (De Pol)	WG	43	42	< 0.5	0.6
214	Dinxperlo	WG	35	48	< 0.5	< 0.5
120	de Boele (Wezep)	WG	11	10	< 0.5	< 0.5
85	Twello	WG	146	118	0.9	0.7
69	De Haere	WG	6	5	< 0.5	< 0.5
67	Epe	WG	4	5	< 0.5	< 0.5
66	Elburg	WG	5	5	< 0.5	< 0.5
65	Eerbeek	WG	11	13	< 0.5	< 0.5
294	Fledite	FDM	9	10	< 0.5	< 0.5
293	Bremerberg	FDM	10	10	< 0.5	< 0.5
175	Loosdrecht	WMN	10	11	< 0.5	< 0.5
167	Laren II	WMN	11	12	< 0.5	< 0.5
166	Laren I	WMN	12	49	0.9	< 0.5
158	Baarn-van Reenenlaan	WMN	15	13	< 0.5	< 0.5
1181	WRK I + II (Ir.C. Biemond)	WRK	95	94	1.4	1.6
180	Zeist	WMN	14	18	< 0.5	< 0.5
178	Soestduinen	WMN	8	14	< 0.5	< 0.5
177	Soest	WMN	8	6	< 0.5	< 0.5
176	Tull en 't Waal (Schalkwijk)	WMN	19	22	< 0.5	< 0.5
165	Groenekan	WMN	15	15	< 0.5	< 0.5
162	Bunnik	WMN	11	11	< 0.5	< 0.5
161	Bilthoven	WMN	26	25	< 0.5	< 0.5
160	Beerschoten	WMN	22	22	< 0.5	1.4
11	Amersfoort Berg	WMN	14	22	< 0.5	< 0.5
10	Amersfoort Hogeweg	WMN	203	179	1.0	0.7
292	IJsselstein	WMN	15	15	< 0.5	< 0.5
256	Rhemen-Lijsterengh	WMN	8	6	< 0.5	< 0.5
179	Woudenberg	WMN	46	52	< 0.5	< 0.5
174	Montfoort	WMN	32	32	< 0.5	< 0.5
173	De Meern	WMN	9	9	< 0.5	< 0.5
172	Lopik	WMN	110	111	< 0.5	< 0.5
171	Veenendaal	WMN	89	86	< 0.5	< 0.5
170	Linschoten	WMN	25	28	< 0.5	< 0.5
169	Leersum	WMN	12	13	< 0.5	< 0.5
164	Driebergen	WMN	6	6	< 0.5	< 0.5
163	Cothen	WMN	25	25	< 0.5	< 0.5
50	Kamerik-Zegveld	WZHO	74	50	< 0.5	< 0.5
1180	Hammerflie	WMO	21	26	< 0.5	< 0.5
495	Boerhaar	WMO	122	75	0.7	< 0.5
250	Engelse Werk	WMO	89	65	1.5	0.9
249	Witharen	WMO	12	13	< 0.5	< 0.5
247	St. Jansklooster	WMO	18	17	< 0.5	< 0.5
246	Staphorst	WMO	12	14	< 0.5	< 0.5
245	Nijverdal	WMO	5	5	< 0.5	< 0.5

Nr.	Pompstationnaam	Bedrijf	Ruw B	Rein B	Ruw Mo	Rein Mo
242	Holtten	WMO	18	22	< 0.5	< 0.5
241	Hooge Hexel	WMO	14	13	< 0.5	< 0.5
239	Havelterberg	WMO	12	11	< 0.5	< 0.5
236	Espelo	WMO	25	26	< 0.5	< 0.5
235	Diepenveen	WMO	146	163	0.7	0.7
233	Brucht	WMO	46	62	< 0.5	< 0.5
232	Archemerberg	WMO	< 3	11	< 0.5	< 0.5
31	Deventer-Zutphenseweg	WMO	206	212	0.9	0.9
30	Deventer-Ceintuurbaan	WMO	191	191	0.8	0.7
8	Almelo-Wierden	WMO	29	21	< 0.5	< 0.5
248	Weerselo	WMO	36	36	< 0.5	< 0.5
243	Manderveen	WMO	18	22	< 0.5	< 0.5
240	Herikerberg	WMO	9	24	< 0.5	< 0.5
238	Hasselo	WMO	53	14	< 0.5	< 0.5
237	Goor	WMO	85	39	< 0.5	< 0.5
234	Denekamp	WMO	80	67	< 0.5	< 0.5
200	Oldenzaal	WMO	89	78	< 0.5	< 0.5
116	Hengelo (Ov)	WMO	26	25	< 0.5	< 0.5
53	Enschede-Weerseloseweg	WMO	80	80	1.3	2.1
51	Enschede-Losser	WMO	142	130	< 0.5	< 0.5
1051	Kruidhaars	WMD	14	14	< 0.5	< 0.5
44	Valtherbos	WMD	5	5	< 0.5	< 0.5
42	Noordbargeres	WMD	22	23	< 0.5	< 0.5
28	Dalen-de Loo	WMD	16	22	< 0.5	< 0.5
1188	Annen	WMD	8	9	< 0.5	< 0.5
119	Hoogeveen	WMD	22	21	< 0.5	< 0.5
47	Zuidwolde II	WMD	19	21	< 0.5	< 0.5
45	Zuidlaren	WMD	9	11	< 0.5	< 0.5
43	Ruinerwold	WMD	9	9	< 0.5	< 0.5
40	Gasselte	WMD	6	5	< 0.5	< 0.5
39	Leggeloo	WMD	11	11	< 0.5	< 0.5
38	Beilen	WMD	13	12	< 0.5	< 0.5
37	Assen	WMD	28	24	< 0.5	< 0.5
98	Groningen-de Punt	GWG	23	25	< 0.5	< 0.5
97	Groningen-Haren	GWG	21	17	< 0.5	< 0.5
102	Sellingen	WAPROG	12	11	< 0.5	< 0.5
101	Onnen	WAPROG	18	17	< 0.5	< 0.5
100	Nietap	WAPROG	29	25	< 0.5	< 0.5
99	de Groeve	WAPROG	41	30	< 0.5	< 0.5
61	Terwisscha	WLF	8	8	< 0.5	< 0.5
57	Oldeholtpade	WLF	18	16	< 0.5	< 0.5
56	Noorbergum	WLF	32	41	< 0.5	< 0.5
58	Schiermonnikoog	WLF	106	119	< 0.5	< 0.5
60	Terschelling	WLF	48	49	< 0.5	< 0.5
59	Spannenburg	WLF	17	18	< 0.5	< 0.5
299	Ouddorp	DeltaN	96	96	1.5	1.6
263	Rotterdam-Kralingen	WBE	116	114	1.9	1.7
261	Rotterdam-Berenplaat	WBE	115	117	1.9	1.9
36	Dordrecht-Baanhoekweg 1633	WBE	116	110	1.9	1.8
306	Zwijndrecht-Ringdijk	WZHO	83	102	< 0.5	< 0.5
94	Scheveningen	DZH	146	98	2.1	1.7
1182	WRK III (Prinses Juliana)	WRK	119	133	1.6	1.3
187	Wijk aan Zee	PWN	124	119	1.4	1.3
182	Andijk	PWN	108	128	1.1	1.4

Nr.	Pompstationnaam	Bedrijf	Ruw B	Rein B	Ruw Mo	Rein Mo
304	Haamstede	DeltaN	184	77	2.6	1.5
1184	Amsterdam-Leiduin	GWA	114	112	1.4	1.3
16	Amsterdam-Weesperkarspel	GWA	41	40	< 0.5	< 0.5
1200	Nieuwegein	WRK	164	162	2.3	2.2
3	Nieuw Lekkerland-de Put	WZHO	107	110	1.0	1.0
1179	De Steeg-Langerak	WZHO	329	269	< 0.5	< 0.5
257	Ridderkerk-Kievitsweg	WZHO	112	88	< 0.5	< 0.5
123	Katwijk a/d Rijn	DZH	124	131	1.6	1.6
115	Hendrik Ido Ambacht	WZHO	116	117	0.7	0.8
93	Lekkerkerk	WZHO	107	96	1.0	0.9
91	Gouda-c. Rodenhuis	WZHO	101	90	0.9	0.8
4	Lexmond-de Laak	WZHO	149	145	< 0.5	< 0.5
2	Hardinxveld-'t Kromme Gat	WZHO	111	120	1.0	0.8
186	Laarderhoogt	PWN	13	17	< 0.5	< 0.5
274	IJmuiden	PWN	49	49	< 0.5	< 0.5
103	Overveen	PWN	77	65	< 0.5	< 0.5
185	Castricum	PWN	130	128	1.1	1.2
183	Bergen	PWN	131	128	1.5	1.6
9	Alphen aan de Rijn (Hoorn)	WZHO	194	184	< 0.5	< 0.5
288	Monster	DZH	133	132	2.1	2.0
154	Maastricht-de Tombe	Maastricht	-	16	-	< 0.5
280	Edese Bos	NUON	-	6	-	< 0.5
84	Speuld	WMG	-	< 3	-	< 0.5
77	Putten	WMG	-	11	-	< 0.5
71	Harderwijk II	WMG	-	9	-	< 0.5
70	Harderwijk I	WMG	-	8	-	< 0.5
41	Norg	WMD	-	21	-	< 0.5
184	Den Burg (Texel)	PWN	-	107	-	1.5

Bijlage 3 Meetresultaten ftalaten

Meetresultaten concentraties ftalaten in ruw en rein water bij alle oppervlaktewaterpompstations. Concentraties zijn weergegeven in µg/l.
Bepalingsgrens ftalaten: 0.1 µg/l

Pompstation	Bedrijf	Meetpunt	DMP	DEP	DPP	DMPP	DBP	BBzP	DCHP	DEHP	DnOP
Enschede Weerseloseweg	WMO	ruw (Twentekanaal)	< 0.1	0.1	< 0.1	0.3	0.3	< 0.1	< 0.1	3.4	< 0.1
		na bekken	< 0.1	0.1	< 0.1	0.3	0.3	< 0.1	< 0.1	2.2	< 0.1
		na bodempassage	< 0.1	0.1	< 0.1	0.3	0.3	< 0.1	< 0.1	3.9	< 0.1
		rein	< 0.1	0.2	< 0.1	0.2	0.4	< 0.1	< 0.1	1.2	< 0.1
		distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	0.4	0.2	< 0.1	0.5	2.6	< 0.1
		distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	0.3	0.2	< 0.1	< 0.1	1.4	< 0.1
		inlaat ruw	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	7.5	< 0.1
		na chloor	< 0.1	0.1	< 0.1	0.2	0.4	< 0.1	< 0.1	11.1	< 0.1
		na kool	< 0.1	0.1	< 0.1	0.2	0.5	< 0.1	< 0.1	3.4	< 0.1
		rein	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.3	< 0.1	< 0.1	3.6	< 0.1
Wijk aan Zee	PWN	distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.3	< 0.1	< 0.1	3.4	< 0.1
		distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.3	< 0.1	< 0.1	2.3	< 0.1
		na infiltratie	< 0.1	0.1	< 0.1	0.2	0.3	< 0.1	< 0.1	4.3	< 0.1
		rein	< 0.1	0.1	< 0.1	0.2	0.3	< 0.1	< 0.1	2.9	< 0.1
		distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	0.4	0.4	< 0.1	< 0.1	1.7	< 0.1
		distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.3	< 0.1	< 0.1	2.7	< 0.1
		na spaarbekkens	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.7	0.3	< 0.1	< 0.1	2.3	< 0.1
		na ozon	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.6	0.5	< 0.1	< 0.1	7.1	< 0.1
		na kool	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.7	0.3	< 0.1	< 0.1	5.0	< 0.1
		rein	< 0.1	< 0.1	< 0.1	1.5	0.4	< 0.1	< 0.1	2.0	< 0.1
Rotterdam- Kralingen	WBE	distributie	< 0.1	< 0.1	< 0.1	1.4	0.9	< 0.1	< 0.1	2.9	< 0.1
		distributie	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.8	0.3	< 0.1	< 0.1	0.9	< 0.1

Pompstation	Bedrijf	Meetpunt	DMP	DEP	DPP	DMPP	DBP	BBzP	DCHP	DEHP	DnOP
Rotterdam-Berenplaat	WBE	na spaarbekkens	< 0.1	0.1	< 0.1	0.3	0.4	< 0.1	< 0.1	3.0	< 0.1
		na chloor	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.2	0.2	< 0.1	< 0.1	2.2	< 0.1
		na kool	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.4	0.2	< 0.1	< 0.1	2.2	< 0.1
		rein	< 0.1	0.3	< 0.1	0.2	0.4	< 0.1	< 0.1	2.9	< 0.1
		distributie	< 0.1	< 0.1	< 0.1	2.0	0.5	< 0.1	< 0.1	2.4	< 0.1
		distributie	< 0.1	< 0.1	< 0.1	2.3	1.2	< 0.1	< 0.1	2.8	< 0.1
Rotterdam-Dordrecht	WBE	na spaarbekkens	< 0.1	0.2	< 0.1	0.1	0.4	< 0.1	< 0.1	3.2	< 0.1
		na ozon	< 0.1	0.1	< 0.1	0.2	0.3	< 0.1	< 0.1	6.9	< 0.1
		na kool	< 0.1	0.2	< 0.1	0.3	0.3	< 0.1	< 0.1	1.7	< 0.1
Zwijndrecht	WZHO	rein	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.3	0.2	< 0.1	< 0.1	1.6	< 0.1
		distributie	< 0.1	< 0.1	< 0.1	4.8	0.7	< 0.1	< 0.1	2.9	< 0.1
		distributie	< 0.1	< 0.1	< 0.1	2.5	2.3	< 0.1	< 0.1	1.6	< 0.1
		ruw	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.2	0.2	< 0.1	< 0.1	1.3	< 0.1
		na chloor	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	1.4	< 0.1
		na kool	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.2	0.2	< 0.1	< 0.1	1.2	< 0.1
Scheveningen	DZH	rein	< 0.1	0.1	< 0.1	0.2	0.3	< 0.1	< 0.1	3.1	< 0.1
		distributie	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.2	0.2	< 0.1	< 0.1	2.8	< 0.1
		distributie	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	1.1	< 0.1
		ruw (voor infiltr. Bergambacht)	< 0.1	0.1	< 0.1	0.4	0.3	< 0.1	< 0.1	1.2	< 0.1
		na infiltratie (voor poederkool)	< 0.1	0.1	< 0.1	0.4	0.4	< 0.1	< 0.1	2.8	< 0.1
		na snelfilter	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.3	0.3	< 0.1	< 0.1	1.4	< 0.1
Scheveningen	DZH	rein	< 0.1	0.1	< 0.1	0.3	0.4	< 0.1	< 0.1	1.3	< 0.1
		distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	0.4	0.4	< 0.1	< 0.1	1.6	< 0.1
		distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	0.4	0.4	< 0.1	< 0.1	1.3	< 0.1

Pompstation	Bedrijf	Meetpunt	DMP	DEP	DPP	DMPP	DBP	BBzP	DCHP	DEHP	DnOP
Haamstede	DeltaN	Haringvliet inlaat	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	1.0	< 0.1
		na infiltratie	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.3	< 0.1	< 0.1	1.3	< 0.1
		na ozon	< 0.1	0.1	< 0.1	0.2	0.3	< 0.1	< 0.1	1.6	< 0.1
		rein	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	0.8	< 0.1
Nieuwegein	WRK	distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	1.2	< 0.1
		distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	0.3	< 0.1	< 0.1	2.4	< 0.1
		ruw (Lekkanaal)	< 0.1	0.2	< 0.1	0.1	0.5	< 0.1	< 0.1	2.4	< 0.1
		na voorzuivering	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.4	< 0.1	< 0.1	1.1	< 0.1
Leiduin	GWA	na duininfiltratie	< 0.1	0.1	< 0.1	0.2	0.7	< 0.1	< 0.1	15.1	< 0.1
		na ozon	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	1.3	< 0.1
		na kool	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.6	< 0.1	< 0.1	2.4	< 0.1
		rein	< 0.1	0.2	< 0.1	0.1	0.4	< 0.1	< 0.1	1.4	< 0.1
Weesperkarspel	GWA	distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.3	< 0.1	< 0.1	1.4	< 0.1
		distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.5	< 0.1	< 0.1	2.7	< 0.1
		Bethunepolderwater	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	1.5	< 0.1
		ruw (inlaat Weesp)	< 0.1	0.2	< 0.1	0.3	0.7	< 0.1	< 0.1	2.7	< 0.1
Keizersveer WRK III (Andijk)	WBB WRK	na ozon	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.4	< 0.1	< 0.1	1.6	< 0.1
		na kool	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.3	< 0.1	< 0.1	0.9	< 0.1
		rein	< 0.1	0.2	< 0.1	0.1	0.4	< 0.1	< 0.1	1.8	< 0.1
		distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	1.0	< 0.1
WRK III (Andijk)	WRK	distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.3	< 0.1	< 0.1	3.5	< 0.1
		ruw rivierwater	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.4	< 0.1	< 0.1	1.1	< 0.1
		inlaat Andijk	< 0.1	0.2	< 0.1	0.2	0.4	< 0.1	< 0.1	3.2	< 0.1
		na zuivering (voor transport)	< 0.1	0.1	< 0.1	0.2	0.3	< 0.1	< 0.1	2.6	< 0.1

Pompstation	Bedrijf	Meetpunt	DMP	DEP	DPP	DMPP	DBP	BBzP	DCHP	DEHP	DnOP
Groenekan	WMN	ruw grondwater	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.3	< 0.1	< 0.1	1.0	< 0.1
		rein distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	2.1	< 0.1
Bilthoven	WMN	distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	1.0	< 0.1
		distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	0.4	< 0.1
		ruw grondwater	< 0.1	0.2	< 0.1	0.1	0.4	< 0.1	< 0.1	1.4	< 0.1
		rein	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	0.3	< 0.1	< 0.1	0.9	< 0.1
		distributie	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	1.4	< 0.1
		distributie	< 0.1	0.1	< 0.1	0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	0.6	< 0.1

Bijlage 4 Vergelijking concentraties borium in ruwwater

Vergelijking drinkwatermeetprogramma 1997 en REWAB bedrijfsgegevens 1996 (gemiddeld) voor concentraties borium in ruw water bij een aantal drinkwaterpompstations. De concentraties zijn weergegeven in µg/l.

Nr.	Pompstationnaam	Bedrijf	REWAB 1996 ruw gem.	Meetprogr. 1997 ruw
299	Ouddorp	DeltaN	120	96
1021	Braakman	DeltaN	150	159
16	Amsterdam - Weesperkarspel	GWA	40	41
1184	Amsterdam Leiduin	GWA	100	114
97	Groningen - Haren	GWG	30	21
98	Groningen - de Punt	GWG	40	23
182	Andijk	PWN	130	108
187	Wijk aan Zee - Wim Mensink	PWN	130	124
1183	Brabantse Biesbosch	WBB	150	88
36	Dordrecht-Baanhoekweg 1633	WBE	160	116
261	Rotterdam - Beerenplaat	WBE	150	115
263	Rotterdam - Kralingen	WBE	160	116
10	Amersfoort Hogeweg	WMN	206	203
72	Holk	WMN	20	12
158	Baarn -van Reenenlaan	WMN	20	15
160	Beerschoten	WMN	20	22
161	Bilthoven	WMN	25	26
162	Bunnik	WMN	20	11
163	Cothen	WMN	20	25
164	Driebergen	WMN	20	6
165	Groenekan	WMN	20	15
166	Laren I	WMN	21	12
169	Leersum	WMN	20	12
170	Linschoten	WMN	21	25
171	Veenendaal	WMN	79	89
172	Lopik	WMN	76	110
173	De Meern	WMN	20	9
174	Montfoort	WMN	28	32
175	Loosdrecht	WMN	20	10
176	Tull en 't Waal (Schalkwijk)	WMN	20	19
177	Soest	WMN	20	8
178	Soestduinen	WMN	20	8
179	Woudenberg	WMN	33	46
180	Zeist	WMN	20	14
256	Rhemen - Lijsterengh	WMN	20	8
292	IJsselstein	WMN	20	15
196	Zevenbergen	WNWB	145	-
1181	WRK I + II (Ir. C Biemond)	WRK	101	95
1182	WRK III (Prinses Juliana)	WRK	128	119