

**KWR 02.095 C**  
maart 2003

# **Fysisch-chemische aspecten van de levering van huishoudwater**

Beleidsonderbouwende monitoring

## **Bijlagenrapport 2**

© 2002 Kiwa N.V.  
Alle rechten voorbehouden.  
Niets uit deze uitgave mag  
worden veeelvoudigd,  
opgeslagen in een  
geautomatiseerd  
gegevensbestand, of  
openbaar gemaakt, in enige  
vorm of op enige wijze,  
hetzij elektronisch,  
mechanisch, door  
fotokopieën, opnamen, of  
enig andere manier, zonder  
voorafgaande schriftelijke  
toestemming van de  
uitgever.

**Opdrachtgever**  
Ministerie van VROM

**Projectnummer**  
30.3058.041

**Kiwa N.V.**  
Water Research  
Groningenhaven 7  
Postbus 1072  
3430 BB Nieuwegein

Telefoon 030 60 69 511  
Fax 030 60 61 165  
Internet [www.kiwa.nl](http://www.kiwa.nl)

**KWR 02.095 C**  
maart 2003

# **Fysisch-chemische aspecten van de levering van huishoudwater**

Beleidsonderbouwende monitoring

**Bijlagenrapport 2**

# Colofon

**Titel**

Fysisch-chemische aspecten van de levering van huishoudwater

Beleidsonderbouwende monitoring

**Projectnummer**

30.3058.041

**Projectmanager**

[Redacted]

**Kwaliteitsborger(s)**

[Redacted]

[Redacted]  
[Redacted] m.w. drs. M.N. Mons

**Auteur(s)**

[Redacted]

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

# Verantwoording

Het onderzoek beschreven in dit rapport is uitgevoerd door Kiwa Water Research in opdracht van het Ministerie van VROM, Directoraat Generaal Milieubeheer, Directie Bodem Water Landelijk Gebied (zaaknummer VROM: 2000.060.73). Het onderzoek is mede tot stand gekomen dankzij de inzet van de vertegenwoordigers van drie waterleidingbedrijven en de koepelvereniging Waterwijk te Amsterdam waarvan één of meerdere huishoudwaterprojecten door het Ministerie van VROM zijn aangewezen als voorbeeldproject (proefprojecthouders).

Het onderzoek is begeleid door een commissie die bestaat uit de volgende personen:

[REDACTED]

Min. van VROM, Directoraat  
Generaal Milieubeheer, Directie BWL

[REDACTED]

VEWIN

[REDACTED]

RIVM

[REDACTED]

VROM Inspectie Zuid

[REDACTED]

Hydron Midden Nederland

[REDACTED]

(proefprojecthouder Leidsche Rijn)

[REDACTED]

Brabant Water

(proefprojecthouder Meerhoven)

[REDACTED]

Vitens Gelderland

[REDACTED]

(proefprojecthouder Wageningen  
Noordwest)

[REDACTED]

Vitens Gelderland

(proefprojecthouder Dichteren  
Doetinchem en Buitenhof Druten)

Koepelvereniging Waterwijk

(proefprojecthouder Waterwijk)

# Leeswijzer

In dit bijlagenrapport vindt u de resultaten van het onderzoek gericht op de fysisch-chemische aspecten van de levering van huishoudwater bij een viertal proefprojecten. Deze aspecten richten zich zowel op de volksgezondheid (toxicologie) en de klant (esthetische aspecten zoals kleur, corrosie en hardheid). In dit rapport is uitgebreid ingegaan op de onderzoeksmethoden en de beoordelingscriteria die zijn gehanteerd om de consequenties van het gebruik van huishoudwater te kunnen onderzoeken en beoordelen. Daarnaast is per huishoudwaterproject een uitgebreid overzicht gegeven van de resultaten.

Voor de vergelijking tussen de verschillende huishoudwaterprojecten en de conclusies over de veiligheid van huishoudwater in relatie tot de volksgezondheid, alsmede de conclusies over de esthetische aspecten en de gevolgen voor de klant wordt de lezer verwezen naar het hoofdrapport.

# Verklaring van afkortingen

<i>afkorting</i>	<i>omschrijving</i>	<i>eenheid</i>
As	arseen	-
BAM	2,6 dichloorbenzamide, metaboliet (afbraakproduct) van het bestrijdingsmiddel dichlobenil	-
Cd	cadmium	-
CI	corrosie index, maat voor de agressiviteit van water ten opzichte van metalen	-
Cr	chroom	-
Cu	koper	-
EGV	elektrisch Geleidingsvermogen	mS/m
EOX	extraheerbare organische halogeenverbindingen	-
Fe	ijzer	-
HCH	hexachloorcyclohexaan	-
Hg	kwik	-
Mn	mangaan	-
n.a.	niet aangetroffen	-
n.b.	niet bepaald	-
Ni	nikkel	-
PAK	polycyclische aromatische koolwaterstoffen	-
Pb	lood	-
PCB	polychloorbifenylen	-
pH	zuurgraad	-
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu	-
Se	seleen	-
SI	verzadigingsindex (Saturation Index), als maat voor het kalkafzettend vermogen van water.	-
SI <sub>90</sub>	verzadigingsindex bij 90 °C	-
TAC	totaal gehalte anorganisch koolstof (total anorganic carbon); som van in water opgelost koolzuurgas, bicarbonaat en carbonaat.	mmol/l
TACC	theoretisch afzetbaar calciumcarbonaat als maat voor de hoeveelheid kalk die kan worden afgezet door water.	mmol/l
TACC <sub>90</sub>	theoretisch afzetbaar calciumcarbonaat bij een watertemperatuur van 90 °C	mmol/l
Zn	zink	-

# Inhoud

	<b>Verantwoording</b>	<b>1</b>
	<b>Leeswijzer</b>	<b>2</b>
	<b>Verklaring van afkortingen</b>	<b>3</b>
	<b>Inhoud</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
1.1	Status document	5
1.2	Meetprogramma	5
<b>2</b>	<b>Meerhoven Eindhoven</b>	<b>8</b>
2.1	Chemische parameters	8
2.2	Corrosie- en hardheidsparameters	9
2.3	Esthetische parameters	10
<b>3</b>	<b>Leidsche Rijn Utrecht</b>	<b>12</b>
3.1	Chemische parameters	12
3.2	Corrosie- en hardheidsparameters	13
3.3	Esthetische parameters	15
<b>4</b>	<b>Waterwijk Amsterdam</b>	<b>16</b>
4.1	Chemische parameters	16
4.2	Corrosie- en hardheidsparameters	17
4.3	Esthetische parameters	18
<b>5</b>	<b>Wageningen Noordwest</b>	<b>19</b>
5.1	Chemische parameters	19
5.2	Corrosie- en hardheidsparameters	20
5.3	Esthetische parameters	21
<b>6</b>	<b>Referenties</b>	<b>22</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Status document

In dit rapport is een overzicht gegeven van de resultaten van de monitoring van fysisch-chemische parameters als onderdeel van het project "Beleidsondersteunende monitoring huishoudwater". Dit rapport bevat de achtergronden bij de conclusies in het hoofdrapport.

## 1.2 Meetprogramma

De fysisch-chemische parameters kunnen worden ingedeeld in drie groepen:

- chemische parameters;
- corrosieparameters;
- esthetische parameters.

Uit de inventarisatie van gezondheidsrisico's van het gebruik van huishoudwater door het RIVM in 1997 [1] blijkt dat de mate van blootstelling aan chemische stoffen via huishoudwater klein is. Dit komt door de relatief lage concentraties van chemische stoffen in oppervlaktewater - als meest waarschijnlijke bron voor huishoudwater - en het specifieke gebruik van huishoudwater waardoor de ingestie van water beperkt zal zijn. Bij het vaststellen van de drinkwaternormen wordt daarentegen uitgegaan van een ingestie van 2 liter water per persoon per dag en het optreden van effecten op de lange termijn.

Vanwege het geringe risico voor de volksgezondheid heeft het RIVM normen voorgesteld voor huishoudwater gebaseerd op een milieugrondslag voor zware metalen en een ethische grondslag voor organische microverontreinigingen. De milieunormen voor zware metalen zijn afkomstig uit de EvaluatieNotaWater uit 1994. In tabel 1.1 is een overzicht gegeven van de parameters die in het kader van dit project zijn gemeten met de corresponderende normen voor huishoudwater, zoals voorgesteld door het RIVM, respectievelijk de corresponderende kwaliteitseisen voor drinkwater uit het Waterleidingbesluit [2]. Voor een overzicht van de meetfrequenties wordt verwezen naar bijlage I van het hoofdrapport.

Uit tabel 1.1. blijkt overigens dat de door het RIVM voorgestelde milieunormen voor een aantal zware metalen strenger zijn dan de drinkwaternormen uit het Waterleidingbesluit.

In de afgelopen decennia is veel onderzoek verricht naar de watersamenstelling die bij het conditioneren van drinkwater dient te worden nagestreefd om corrosieverschijnselen en kalkafzettingen in het distributiesysteem zoveel mogelijk te voorkomen. Deze aanbevelingen, die zijn opgenomen in Kiwa-Mededeling 100 [3], zijn gebruikt voor de toetsing van de kwaliteit van huishoudwater aan de technische aspecten corrosie en kalkafzetting. In tabel 1.2 is een overzicht gegeven van de relevante parameters uit Mededeling 100, het bijbehorende toetsingscriterium en de achterliggende reden voor het hanteren van de norm.



De berekening van de corrosie-index (CI), TAC en SI is uitgevoerd met behulp van het programma Aquacalc versie 2.0[4]. Met behulp van dit programma zijn daarnaast de volgende parameters bepaald:

- TACC, theoretisch afzetbaar calciumcarbonaat, als maat voor de hoeveelheid kalk die kan worden afgezet door het water;
- SI<sub>90</sub>, de berekende verzadigingsindex bij 90 °C, als indicatie voor het kalkafzettend vermogen in warm water van 90 °C.
- TACC<sub>90</sub>, het theoretisch afzetbaar calciumcarbonaat, als maat voor de hoeveelheid kalk die kan worden afgezet bij opwarming van het water tot 90 °C.

Tabel 1.1 Overzicht volledig fysisch-chemisch programma beleidsondersteunende monitoring huishoudwater en bijbehorende normering voor huishoudwater en drinkwater

parameter	eenheid	voorgestelde norm huishoudwater RIVM		norm voor drinkwater uit het Waterleidingbesluit	
		waarde	grondslag <sup>1</sup>	waarde	grondslag <sup>1</sup>
<b>chemische parameters</b>					
<b>zwere metalen</b>					
arsen	µg/l	5	m	10	v
cadmium	µg/l	0,05	m	5	v
chromium	µg/l	5	m	50	v
kwik	µg/l	0,02	m	1	v
nikkel	µg/l	9	m	20	v
lood	µg/l	4	m	10	v
seleen	µg/l	10	m	10	v
zink	mg/l	-	-	3 (na > 16 uur stilstand)	es
koper	mg/l	2	m	2	v/m
cyaniden	µg/l	50	m	50	v
pesticiden som	µg/l	5	et	0,5	v
pesticiden individueel	µg/l	-	-	0,1	v
PAK	µg/l	0,2	et	0,1 (som)	v
PCB	µg/l	0,5	et	0,1 (indiv.)	v
benzeen	µg/l	1	v	1	v
EOX	µg/l	-	-	-	-
<b>corrosieparameters</b>					
pH	-	7 - 9,5	b	7 - 9,5	b
temperatuur	°C	-	-	25	b
waterstofcarbonaat	mg/l	-	-	> 60	b
sulfaat	mg/l	-	-	150	es
chloride	mg/l	150	b	150	b
EGV	mS/m	125	b	125 bij 25 °C	b
calcium	mg/l	-	-	-	-
<b>esthetische parameters</b>					
ijzer	mg/l	0,2	b/es	0,2	es
mangaan	mg/l	0,05	b/es	0,05	es

1) grondslag: v = volksgezondheid; m = milieu; es = esthetisch; et = ethisch; b = bedrijfstechnisch

Tabel 1.2 Overzicht van relevante corrosie- en hardheidsparameters

parameter	toetsingscriterium	reden normering
sulfaat	$\text{SO}_4^{2-} < 150 \text{ mg/l}$ <i>norm Waterleidingbesluit</i>	corrosie van ijzer en staal
chloride	$\text{Cl}^- < 150 \text{ mg/l}$ <i>norm Waterleidingbesluit</i>  $\text{Cl}^- < 40 \text{ mg/l}$ <i>Mededeling 100</i>	corrosie van ijzer, staal, koper en messing
CI	corrosie-index = CI $\text{CI} = \{[\text{Cl}^-] + 2[\text{SO}_4^{2-}]\} / \text{TAC} < 1$ <i>Mededeling 100</i>	corrosie van ijzer en staal
waterstof-carbonaat	$\text{HCO}_3^- > 60 \text{ mg/l}$ <i>norm Waterleidingbesluit</i>  $\text{HCO}_3^- > 120 \text{ mg/l}$ <i>VEWIN aanbevelingen</i>	corrosie van koper
TAC	total anorganic carbon $\text{TAC} > 4 \text{ mmol/l}$ (2 mmol/l) <i>Mededeling 100</i>	corrosie messing (putcorrosie koper)
SI	Saturation Index $\text{SI} < + 0,3$ <i>Mededeling 100</i>	kalkafzetting in warmwatertoestellen (wasmachine)

In de volgende hoofdstukken zijn de meetresultaten van de chemische parameters, corrosie- en hardheidsparameters en esthetische parameters per proefproject gepresenteerd.

## 2 Meerhoven Eindhoven

### 2.1 Chemische parameters

In tabel 2.1 en tabel 2.2 zijn de resultaten van de metingen voor de chemische parameters in de grondstof respectievelijk het eindproduct samengevat.

Tabel 2.1 Aanwezigheid chemische parameters in de grondstof voor huishoudwater in Meerhoven, Eindhoven

parameter	aantal metingen	gemiddelde (µg/l)	range (µg/l)	opmerking
zware metalen	1	8,5	-	As
	2	5	2,2 - 7,8	Cd
	2	1,5	1 - 2	Cr
	2	0,05	< 0,1 - 0,1	Hg
	2	31	19 - 43	Ni
	2	7,5	5 - 10	Pb
	2	0,75	< 1 - 1,5	Se
	7	72	12 - 290	Zn
koper	n.b.	-	-	
cyaniden	n.b.	-	-	
pesticiden	2	0,04	< 0,05 - 0,08	Bentazon
		0,03	< 0,02 - 0,06	Atrazine
		0,01	< 0,02 - 0,02	Simazine
PAK	1	0,00	< 0,005 - 0,011	Acenafteen
		0,00	< 0,005 - 0,012	Fluorantheen
		0,0038	< 0,005 - 0,0076	Fluoreen
		0,006	< 0,005 - 0,012	Pyreen
PCB	1	n.a.	-	
benzeen	2	n.a.	-	
EOX	n.b.	-	-	

n.a. = niet aangetroffen

Tabel 2.2 Aanwezigheid chemische parameters in huishoudwater na zuivering in Meerhoven, Eindhoven

parameter	aantal metingen	gemiddelde (µg/l)	range (µg/l)	opmerking
zware metalen	5	1,9	1,5 - 2,5	As
	5	0,08	< 0,2 - 0,4	Cd
	5	n.a.	-	Cr
	5	n.a.	-	Hg
	5	23,4	12 - 37	Ni
	5	0,90	< 1 - 3	Pb
	6	6,0	1 - 11,7	Se
koper	n.b.	-	-	
cyaniden	n.b.	-	-	
pesticiden	n.b.	-	-	
PAK	n.b.	-	-	
PCB	n.b.	-	-	
benzeen	n.b.	-	-	
EOX	n.b.	-	-	

n.b. = niet bepaald

In de grondstof is een aantal pesticiden en PAK aangetroffen. Omdat deze parameters in het product huishoudwater niet zijn gemeten, kan niet worden vastgesteld wat het effect van de zuivering op deze parameters is. De concentraties zoals gemeten in de grondstof voldoen echter al aan de door het RIVM voorgestelde normen voor huishoudwater en zelfs aan de normen voor drinkwater uit het Waterleidingbesluit (zie tabel 1.1).

In de grondstof is daarnaast in relatief lage concentraties een aantal zware metalen aangetroffen. Door de zuivering worden arseen, cadmium en lood zover verwijderd dat wordt voldaan aan de drinkwaternormen uit het Waterleidingbesluit. De gemiddelde zuiveringsrendementen zijn 78 %, 98 % respectievelijk 88%. Kwik is na zuivering niet meer aantoonbaar. De concentratie nikkel (gemiddeld 23,4 µg/l) is ook na zuivering hoger dan de drinkwaternorm in het Waterleidingbesluit (20 µg/l). Gezondheidseffecten van nikkel zijn echter gezien de geringe overschrijding van deze norm en de geringe blootstelling via huishoudwater niet te verwachten. Toetsing aan de door het RIVM voorgestelde normen voor zware metalen in huishoudwater geeft aan dat de waarden voor cadmium, nikkel en seleen worden overschreden. Deze normen zijn gebaseerd op een milieugrondslag.

## 2.2 Corrosie- en hardheidsparameters

In tabel 2.3 en tabel 2.4 zijn de meetresultaten voor de corrosieparameters in de grondstof respectievelijk af tap weergegeven. Bij de locatie Meerhoven is het huishoudwater op twee plaatsen in het voorzieningsgebied bemeaten.

Tabel 2.3 Aanwezigheid corrosieparameters in huishoudwater na zuivering Meerhoven, Eindhoven

parameter	aantal metingen	eenheid	gemiddelde	range
pH	64		7,2	6,9 - 8,2
temperatuur	30	°C	14,1	6,0 - 21,0
waterstof-carbonaat	21	mg/l	71,1	55 - 95
sulfaat	16	mg/l	85	75 - 95
chloride	16	mg/l	59	45 - 81
EGV	66	mS/m	46	33 - 56
calcium	21	mg/l	37	15 - 48

Tabel 2.4 Aanwezigheid corrosieparameters in huishoudwater op twee tappunten in het distributiegebied Meerhoven, Eindhoven

parameter	aantal metingen	eenheid	gemiddelde	range
<i>tappunt 1, halve verblijftijd</i>				
pH	55		7,3	6,9 - 8,4
temperatuur	51	°C	14,9	7,9 - 21,4
waterstof-carbonaat	55	mg/l	80,0	46 - 210
<i>tappunt 2, hele verblijftijd</i>				
pH	55		7,2	6,9 - 8,4
temperatuur	51	°C	15,2	8,4 - 23,2
waterstof-carbonaat	55	mg/l	80	49 - 210

Alle gemiddelde waarden van de parameters in tabel 2.3 en 2.4 voldoen aan de eisen uit het Waterleidingbesluit. Uit de weergegeven range blijkt dat het gehalte waterstofcarbonaat bij een aantal metingen kleiner is dan 60 mg/l.

In tabel 2.5 is een overzicht gegeven van de berekende waarden voor de corrosie- en hardheidsparameters. Deze berekeningen zijn alleen uitgevoerd voor het product huishoudwater na de zuivering. De geringe verandering van temperatuur en pH in het distributiegebied (tabel 2.4) heeft nauwelijks invloed op de uitkomsten van de berekeningen.

Tabel 2.5 Berekende waarden corrosie- en hardheidsparameters locatie Meerhoven, Eindhoven

parameter	eenheid	huishoudwater na zuivering
CI	-	2,56
TAC	mmol/l	1,34
SI	-	- 1,00
SI <sub>90</sub>	-	- 0,14
TACC	mmol/l	- 0,16
TACC <sub>90</sub>	mmol/l	- 0,04

Op basis van deze resultaten kan worden vastgesteld dat het water sterk kalkoplossend is. Ook bij het verwarmen van het water tot 90 °C blijft het water kalkoplossend, zodat geen hinderlijke afzetting van calciumcarbonaat hoeft te worden verwacht bij gebruik van dit water in de wasmachine.

Van de corrosieparameters is de TAC erg laag en de corrosie-index (CI) erg hoog. Bij toepassing van messing kan de lage TAC leiden tot ontzinking van messing en bij toepassing van koper tot putcorrosie. Uitgaande van de kwaliteit van het huishoudwater moet toepassing van koperen leidingen en messing koppelstukken voor de distributie in de woningen sterk worden afgeraden. Op termijn kan toepassing van deze materialen leiden tot lekkages. In de wijk Meerhoven zijn voor de distributie van huishoudwater in de woningen verschillende materialen toegepast waaronder koper en messing. De keuze voor kunststof als standaard materiaal was in deze situatie beter geweest.

De hoge corrosie-index is met name van invloed op de corrosie van ijzer en staal. Beide materialen zijn bij de distributie van het huishoudwater in Meerhoven niet toegepast. Ook in de binneninstallatie zijn de materialen niet toegepast, zodat het effect van de hoge corrosie-index in de praktijk beperkt zal zijn tot het gebruik van ijzer en staal op de tappunten. Hierbij wordt bijvoorbeeld gedacht aan wasmachines, alhoewel daarbij veelal sprake zal zijn van roestvast staal.

### 2.3 Esthetische parameters

In tabel 2.6 zijn de resultaten weergegeven voor ijzer en mangaan zoals gemeten op tappunten in verschillende woningen in het voorzieningsgebied.

Uit deze tabel blijkt dat het mangaangehalte in het product huishoudwater niet voldoet aan de (esthetische) norm in het Waterleidingbesluit. Dit betekent dat in de praktijk rekening moet worden gehouden met ongewenste afzetting van mangaan, hetgeen ook heeft plaatsgevonden.

Tabel 2.6 Concentraties ijzer en mangaan in huishoudwater op twee tappunten in het distributiegebied Meerhoven, Eindhoven

parameter	aantal metingen	eenheid	gemiddelde	range
<i>tappunt 1</i>				
Fe	55	mg/l	0,003	< 0,01 - 0,05
Mn	55	mg/l	7,1	5,9 - 8,8
<i>tappunt 2</i>				
Fe	54	mg/l	0,002	< 0,01 - 0,05
Mn	55	mg/l	7,1	5,8 - 8,4

## 3 Leidsche Rijn Utrecht

### 3.1 Chemische parameters

In tabel 3.1 en tabel 3.2 zijn de resultaten van de metingen voor de chemische parameters in de grondstof respectievelijk het eindproduct samengevat.

Tabel 3.1 Aanwezigheid chemische parameters in de grondstof voor huishoudwater in Leidsche Rijn, Utrecht

parameter	aantal metingen	gemiddelde (µg/l)	range (µg/l)	opmerking
zware metalen	34	1,7	1 - 3	As
	35	0,11	0,027 - 0,21	Cd
	35	5,1	1,5 - 9,3	Cr
	35	0,03	0 - 0,11	Hg
	35	3,2	2,1 - 4,8	Ni
	35	5,0	1,8 - 10,9	Pb
	34	0,77	0 - 5,5	Se
	35	18,6	4,3 - 39,6	Zn
koper	35	5,5	2,4 - 30	
cyaniden	19	2	2 - 2	
pesticiden	24	0,0008	< 0,01 - 0,02	Delta HCH
		0,018	< 0,01 - 0,16	Beta HCH
		0,0004	< 0,01 - 0,01	Aldrin
PAK	31	0,13	0,03 - 0,36	
PCB	24	n.a.	-	
benzeen	34	0,06	0,0 - 0,10	
EOX	2	n.a.	-	

n.a. = niet aangetroffen

Tabel 3.2 Aanwezigheid chemische parameters in huishoudwater na zuivering in Leidsche Rijn, Utrecht

parameter	aantal metingen	gemiddelde (µg/l)	range (µg/l)	opmerking
zware metalen	28	0,5	0 - 2	As
	28	0,01	0 - 0,054	Cd
	28	0,27	0 - 0,78	Cr
	27	0,01	0 - 0,03	Hg
	27	1,14	0,59 - 2,75	Ni
	27	0,14	0 - 0,77	Pb
	28	0,68	0 - 2	Se
	28	2,96	0,8 - 22,6	Zn
	koper	27	4,7	2,6 - 8,2
cyaniden	n.b.	-	-	
pesticiden	18	0,005	< 0,01 - 0,04	Beta HCH
PAK	25	0,02	0 - 0,06	
PCB	18	n.a.	-	
benzeen	9	0,05	0 - 0,10	
EOX	2	n.a.	-	

Uit deze twee tabellen blijkt dat zowel in de grondstof als in het product huishoudwater organische microverontreinigingen zijn aangetroffen (aldrin, HCH, PAK, benzeen).

In de grondstof is alleen de concentratie van PAK verhoogd ten opzichte van de door het RIVM voorgestelde norm voor huishoudwater. PAK wordt echter voor een groot deel verwijderd tijdens de coagulatie/flocculatie/sedimentatie in de zuivering (gemiddeld rendement van 85 %). Na behandeling van de grondstof wordt voor alle organische microverontreinigingen voldaan aan de voorgestelde normering voor huishoudwater.

Voor wat betreft de concentraties aan zware metalen in het product wordt voldaan aan de drinkwaternormen uit het Waterleidingbesluit en aan de door het RIVM voorgestelde strengere milieunorm voor huishoudwater. Voor cadmium, chroom, kwik en lood is hiervoor wel een (gedeeltelijke) verwijdering van deze metalen in de zuivering noodzakelijk. Het gemiddelde rendement van de coagulatie/flocculatie/sedimentatie voor deze metalen is 91 %, 95 %, 67 % respectievelijk 97 %.

### 3.2 Corrosie- en hardheidsparameters

In tabel 3.3 en tabel 3.4 zijn de meetresultaten voor de corrosieparameters in de grondstof respectievelijk af tap weergegeven. Bij de locatie Leidsche Rijn is het huishoudwater op 7 tappunten in het voorzieningsgebied bemeten.

*Tabel 3.3 Aanwezigheid corrosieparameters in huishoudwater na zuivering Leidsche Rijn, Utrecht*

parameter	aantal metingen	eenheid	gemiddelde	range
pH	147		7,66	7,45 - 7,84
temperatuur	147	°C	13,3	4,6 - 23,2
waterstof-carbonaat	147	mg/l	160	125 - 288
sulfaat	30	mg/l	53,3	33,0 - 69,7
chloride	48	mg/l	96,0	29,6 - 138,9
EGV	145	mS/m	62	47 - 78
calcium	145	mg/l	69,1	52,1 - 89,2



Tabel 3.4 Aanwezigheid corrosieparameters in huishoudwater op tappunten in het distributiegebied Leidsche Rijn, Utrecht

parameter	aantal metingen	eenheid	gemiddelde	range
<i>tappunt 1</i>				
pH	28		7,7	7,5 - 7,9
temperatuur	28	°C	9,4	5 - 18
waterstof-carbonaat	7	mg/l	147	119 - 179
<i>tappunt 2</i>				
pH	62		7,6	7,4 - 7,9
temperatuur	63	°C	13	6 - 23
waterstof-carbonaat	n.b.	mg/l	-	-
<i>tappunt 3</i>				
pH	65		7,6	7,5 - 7,9
temperatuur	66	°C	13	5 - 23
waterstof-carbonaat	n.b.	mg/l	-	-
<i>tappunt 4</i>				
pH	33		7,7	7,6 - 7,9
temperatuur	33	°C	9	4 - 17
waterstof-carbonaat	n.b.	mg/l	-	-
<i>tappunt 5</i>				
pH	32		7,6	7,4 - 7,7
temperatuur	32	°C	16	9 - 23
waterstof-carbonaat	n.b.	mg/l	-	-
<i>tappunt 6</i>				
pH	64		7,6	7,4 - 7,9
temperatuur	65	°C	13	5 - 23
waterstof-carbonaat	n.b.	mg/l	-	-
<i>tappunt 7</i>				
pH	50		7,6	7,4 - 7,9
temperatuur	51	°C	13	5 - 22
waterstof-carbonaat	n.b.	mg/l	-	-

n.b. = niet bepaald

In tabel 3.5 is een overzicht gegeven van de berekende waarden voor de corrosie- en hardheidsparameters. Deze berekeningen zijn alleen uitgevoerd voor het product huishoudwater na de zuivering.

Tabel 3.5 Berekende waarden corrosie- en hardheidsparameters locatie Leidsche Rijn, Utrecht

parameter	eenheid	huishoudwater na zuivering
CI	-	1,37
TAC	mmol/l	2,75
SI	-	0,14
SI <sub>90</sub>	-	0,81
TACC	mmol/l	0,00
TACC <sub>90</sub>	mmol/l	0,37

Uit tabel 3.3 en tabel 3.4 blijkt dat het water voldoet aan de normen uit het Waterleidingbesluit voor wat betreft pH, temperatuur, waterstofcarbonaat, sulfaat, chloride en geleidingsvermogen.

Het water is licht kalkafzettend maar de SI voldoet aan de aanbeveling in tabel 1.2. De TAC is groter dan 2, zodat mag worden aangenomen dat de toepassing van koperen leidingen niet tot problemen zal leiden. De corrosie-index is wel groter dan 1 zodat rekening moet worden gehouden met corrosie van ijzer en staal. Beide materialen zijn niet toegepast voor de distributie van het huishoudwater, zodat eventuele problemen beperkt blijven tot toepassing van deze materialen op de tappunten.

### 3.3 Esthetische parameters

In tabel 3.6 zijn de resultaten weergegeven voor ijzer en mangaan zoals gemeten op tappunten in verschillende woningen in het voorzieningsgebied.

Tabel 3.6 Concentraties ijzer en mangaan in huishoudwater op twee tappunten in het distributiegebied Leidsche Rijn, Utrecht

parameter	aantal metingen	gemiddelde (mg/l)	range (mg/l)
<i>tappunt 1</i>			
Fe	28	< 0,005	< 0,005 - 0,001
Mn	28	< 0,002	< 0,002
<i>tappunt 2</i>			
Fe	62	< 0,005	< 0,005 - 0,02
Mn	63	< 0,002	< 0,002 - 0,004
<i>tappunt 3</i>			
Fe	66	< 0,005	< 0,005 - 0,017
Mn	66	< 0,002	< 0,002 - 0,005
<i>tappunt 4</i>			
Fe	33	< 0,005	< 0,005 - 0,012
Mn	33	< 0,002	< 0,002 - 0,0011
<i>tappunt 5</i>			
Fe	32	< 0,005	< 0,005 - 0,05
Mn	32	< 0,002	< 0,002 - 0,008
<i>tappunt 6</i>			
Fe	65	< 0,005	< 0,005 - 0,032
Mn	65	< 0,002	< 0,002 - 0,006
<i>tappunt 7</i>			
Fe	51	< 0,005	< 0,005 - 0,065
Mn	51	< 0,002	< 0,002 - 0,004

De concentraties ijzer en mangaan voldoen ruimschoots aan de kwaliteitseisen uit het Waterleidingbesluit.

## 4 Waterwijk Amsterdam

### 4.1 Chemische parameters

In de tabel 4.1 en tabel 4.2 zijn de resultaten van de metingen voor de chemische parameters in de grondstof samengevat.

Tabel 4.1 Aanwezigheid chemische parameters in de grondstof voor huishoudwater in de Waterwijk, Amsterdam, blok 12

parameter	aantal metingen	gemiddelde (µg/l)	range (µg/l)	opmerking
zware metalen	1	< 0,1	-	Cd
	1	1,5	-	Pb
	2	121	109 - 133	Zn
koper	n.b.	-	-	
cyaniden	n.b.	-	-	
pesticiden	n.b.	-	-	
PAK	2	0,09	0,08- 0,10	
PCB	n.b.	-	-	
benzeen	n.b.	-	-	
EOX	n.b.	-	-	

n.b. = niet bepaald, n.a. = niet aangetroffen

Tabel 4.2 Aanwezigheid chemische parameters in de grondstof voor huishoudwater in de Waterwijk, Amsterdam, blok 17

parameter	aantal metingen	gemiddelde (µg/l)	range (µg/l)	opmerking
zware metalen	1	< 0,1	-	Cd
	1	< 1	-	Pb
	1	8,3	-	Zn
koper	n.b.	-	-	
cyaniden	n.b.	-	-	
pesticiden	n.b.	-	-	
PAK	2	< 0,04	-	
PCB	n.b.	-	-	
benzeen	n.b.	-	-	
EOX	n.b.	-	-	

n.b. = niet bepaald, n.a. = niet aangetroffen

Tabel 4.3 bevat de resultaten van de chemische parameters na zuivering. De zuivering bestaat in dit geval alleen uit een grofvuilrooster. Een groot aantal parameters zoals de meeste organische microverontreinigingen en een aantal zware metalen is in de Waterwijk niet bepaald. Omdat regenwater, eventueel aangevuld met drinkwater, als bron is gebruikt, werd op voorhand verwacht dat deze parameters slechts in lage concentraties aanwezig zijn. Voor de parameters die wel zijn bepaald zoals lood, zink en PAK geldt dat zowel de voorgestelde norm van het RIVM voor huishoudwater als de drinkwaternorm uit het Waterleidingbesluit niet worden overschreden.

Tabel 4.3 Aanwezigheid chemische parameters in huishoudwater na zuivering in de Waterwijk, Amsterdam

parameter	aantal metingen	gemiddelde (µg/l)	range (µg/l)	opmerking
zware metalen	2	n.a.	-	Cd
	2	n.a.	-	Pb
	2	14,2	9,5 - 18,9	Zn
koper	2	33,5	27 - 40	
cyaniden	n.b.	-	-	
pesticiden	n.b.	-	-	
PAK	3	n.a.	-	
PCB	n.b.	-	-	
benzeen	n.b.	-	-	
EOX	n.b.	-	-	

n.b. = niet bepaald, n.a. = niet aangetroffen

## 4.2 Corrosie- en hardheidsparameters

In tabel 4.4 en tabel 4.5 zijn de meetresultaten voor de corrosieparameters in de grondstof na zuivering en af tap weergegeven. Op de locatie Waterwijk is op twee plaatsen in het voorzieningsgebied gemeten.

Tabel 4.4 Aanwezigheid corrosieparameters in huishoudwater na zuivering Waterwijk, Amsterdam

parameter	aantal metingen	eenheid	gemiddelde	range
pH	9		7,8	5 - 9
temperatuur	29	°C	16,3	11 - 23,2
waterstof-carbonaat	12	mg/l	125	53 - 170
sulfaat	12	mg/l	40	19 - 51
chloride	12	mg/l	69,5	21 - 93
EGV	15	mS/m	145	29 - 650
calcium	11	mg/l	69,8	18 - 393

Tabel 4.5 Aanwezigheid corrosieparameters in huishoudwater op twee tappunten in het distributiegebied Waterwijk, Amsterdam

parameter	aantal metingen	eenheid	gemiddelde	range
<i>tappunt 1, blok 12</i>				
pH	7		7,4	5,8 - 9
temperatuur	22	°C	17,9	14 - 24
waterstof-carbonaat	12	mg/l	114	27 - 170
<i>tappunt 2, blok 17 *</i>				
pH	1		7,8	-
temperatuur	11	°C	17,6	16 - 19,2
waterstof-carbonaat	4	mg/l	124	78 - 156

\* uit periode na 10 oktober 2001, (gegevens tot 10 oktober 2001 betrof alleen drinkwater wegens verkeerde aansluiting)

Uit tabel 4.4 blijkt dat het geleidingsvermogen van het huishoudwater sterk kan variëren, waardoor het gemiddelde hoger ligt dan de norm uit het

Waterleidingbesluit. Deze variatie wordt veroorzaakt doordat soms alleen drinkwater wordt gedistribueerd en soms regenwater al dan niet aangevuld met drinkwater.

In tabel 4.6 is een overzicht gegeven van de berekende waarden voor de corrosie- en hardheidsparameters. Deze berekeningen zijn alleen uitgevoerd voor het product huishoudwater na de grofvuilfiltratie.

Tabel 4.6 Berekende waarden voor corrosie- en hardheidsparameters locatie Waterwijk, Amsterdam

parameter	eenheid	huishoudwater na zuivering
CI	-	1,31
TAC	mmol/l	2,13
SI	-	0,11
SI <sub>90</sub>	-	0,71
TACC	mmol/l	0,02
TACC <sub>90</sub>	mmol/l	0,27

Uit tabel 4.6 blijkt dat de corrosie-index groter is dan 1. Dit betekent dat rekening moet worden gehouden met enige mate van agressiviteit ten opzichte van ijzer en staal. Aangezien koper als leidingmateriaal is toegepast en het huishoudwater in dit geval alleen wordt geleverd voor toiletspoeling is de kans dat het water in contact komt met ijzer of staal erg klein.

### 4.3 Esthetische parameters

In tabel 4.7 zijn de resultaten weergegeven voor ijzer en mangaan zoals gemeten op tappunten in verschillende woningen in het voorzieningsgebied.

Tabel 4.7 Concentraties ijzer en mangaan in huishoudwater op twee tappunten in het distributiegebied Waterwijk, Amsterdam

parameter	aantal metingen	eenheid	gemiddelde	range
<i>tappunt 1, blok 12</i>				
Fe	5	mg/l	0,1	0,01 - 0,13
Mn	9	mg/l	12,0	0,01 - 39
<i>tappunt 2, blok 17</i>				
Fe	1	mg/l	0,12	-
Mn	3	mg/l	7,5	2,6 - 11

Uit tabel 4.7 blijkt dat de gemiddelde concentratie van mangaan hoger is dan de norm uit het Waterleidingbesluit. Gezien de toepassing van het huishoudwater op deze locatie zou dit kunnen leiden tot ongewenste afzetting van mangaanoxide in de toiletput en klachten van esthetische aard.

# 5 Wageningen Noordwest

## 5.1 Chemische parameters

In tabel 5.1 en tabel 5.2 zijn de resultaten van de metingen voor de chemische parameters in de grondstof respectievelijk het eindproduct samengevat.

Tabel 5.1 Aanwezigheid chemische parameters in de grondstof voor huishoudwater in Wageningen Noordwest

parameter	aantal metingen	gemiddelde (µg/l)	range (µg/l)	opmerking
zware metalen	2	n.a.	-	As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Se, Zn
koper	2	n.a.	-	
cyaniden	2	n.a.	-	
pesticiden	2	0,45	0,43 - 0,47	BAM
PAK	2	0,01	< 0,02 - 0,02	naftaleen
PCB	2	n.a.	-	
benzeen	2	n.a.	-	
EOX	2	n.a.	-	

n.a. = niet aangetroffen

Tabel 5.2 Aanwezigheid chemische parameters in huishoudwater na zuivering in Wageningen Noordwest

parameter	aantal metingen	gemiddelde (µg/l)	range (µg/l)	opmerking
zware metalen	2	n.a.	-	As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Se, Zn
koper	2	25	21 - 29	
cyaniden	2	n.a.	-	
pesticiden	2	0,39	0,37 - 0,41	BAM
PAK	2	n.a.	-	
PCB	2	n.a.	-	
benzeen	2	n.a.	-	
EOX	2	n.a.	-	

In de grondstof zijn alleen de organische microverontreinigingen BAM en naftaleen aangetoond. Naftaleen wordt door behandeling van de grondstof verwijderd. De concentratie van BAM in het eindproduct huishoudwater voldoet niet aan de kwaliteitseis voor drinkwater in het Waterleidingbesluit (0,1 µg/l voor individuele pesticiden). De kwaliteitseis voor organische microverontreinigingen in huishoudwater heeft met name een ethische grondslag omdat, gezien de blootstelling en concentraties in de grondstof, de risico's voor de volksgezondheid in de praktijk te verwaarlozen zijn. Om die reden heeft het RIVM een aangepaste norm voorgesteld voor de som van pesticiden (5 µg/l) die 10 keer hoger is dan de norm uit het Waterleidingbesluit. Voor individuele pesticiden is weliswaar geen norm voorgesteld, maar op grond van de aangetroffen gehalten aan BAM in het huishoudwater lijkt het aanbieden van dit water ethisch verantwoord.

## 5.2 Corrosie- en hardheidsparameters

In tabel 5.3 en tabel 5.4 zijn de meetresultaten voor de corrosieparameters in de grondstof en af tap weergegeven. Op de locatie Noordwest is op twee plaatsen in het voorzieningsgebied gemeten.

Tabel 5.3 Aanwezigheid corrosieparameters in huishoudwater na zuivering Wageningen Noordwest

parameter	aantal metingen	eenheid	gemiddelde	range
pH	36		7,1	7,0 - 7,5
temperatuur	36	°C	13,5	8 - 17,2
waterstof-carbonaat	8	mg/l	300	132 - 354
sulfaat	4	mg/l	55	17 - 69
chloride	4	mg/l	20	9 - 25
EGV	8	mS/m	58	25 - 66
calcium	3	mg/l	103	97 - 106

Tabel 5.4 Aanwezigheid corrosieparameters in huishoudwater op twee tappunten in het distributiegebied Wageningen Noordwest

parameter	aantal metingen	eenheid	gemiddelde	range
<i>tappunt 1</i>				
pH	45		7,1	7,0 - 8,0
temperatuur	45	°C	14,2	6,5 - 21,3
waterstof-carbonaat	12	mg/l	314	133 - 355
<i>tappunt 2</i>				
pH	44		7,2	7,0 - 8,1
temperatuur	44	°C	14,4	8 - 21,1
waterstof-carbonaat	11	mg/l	313	132 - 352

Uit tabel 5.3 en tabel 5.4 blijkt dat het water voldoet aan de normen uit het Waterleidingbesluit voor wat betreft pH, temperatuur, waterstofcarbonaat, sulfaat, chloride en geleidingsvermogen.

In tabel 5.5 is een overzicht gegeven van de berekende waarden voor de corrosie- en hardheidsparameters. Deze berekeningen zijn alleen uitgevoerd voor het product huishoudwater na de zuivering.

Tabel 5.5 Berekende waarden corrosie- en hardheidsparameters Wageningen Noordwest

parameter	eenheid	huishoudwater na zuivering
CI	-	0,29
TAC	mmol/l	5,86
SI	-	- 0,10
SI <sub>90</sub>	-	0,75
TACC	mmol/l	- 0,10
TACC <sub>90</sub>	mmol/l	0,85

Het huishoudwater op deze locatie is niet corrosief: de TAC is erg hoog en de CI is laag. Bij lage temperatuur is het water kalkoplossend. Bij een hoge water-

temperatuur, zoals bijvoorbeeld in de wasmachine, moet wel rekening worden gehouden met de kans op afzetting van kalksteen. Juist voor de bewoners van deze wijk zal het verschil tussen toepassing van drinkwater en huishoudwater in de wasmachine relatief groot zijn, zodat wellicht het wasmiddelgebruik hoger kan liggen. Dit aspect is echter niet nader onderzocht.

### 5.3 Esthetische parameters

In tabel 5.6 zijn de resultaten weergegeven voor ijzer en mangaan zoals gemeten op tappunten in verschillende woningen in het voorzieningsgebied.

*Tabel 5.6 Concentraties ijzer en mangaan in huishoudwater op twee tappunten in het distributiegebied Wageningen Noordwest*

parameter	aantal metingen	eenheid	gemiddelde	range
<i>tappunt 1</i>				
Fe	22	mg/l	< 0,01	< 0,01 - 0,02
Mn	22	mg/l	< 0,01	-
<i>tappunt 2</i>				
Fe	44	mg/l	< 0,01	< 0,01 - 0,02
Mn	44	mg/l	< 0,01	-

De concentraties ijzer en mangaan voldoen ruimschoots aan de kwaliteitseisen uit het Waterleidingbesluit.



## 6 Referenties

[1] RIVM. *Gezondheidsrisico's en normstelling voor huishoudwater*, J.F.M. Versteegh, E.G. Evers en A.H. Havelaar, september 1997.

[2] *Besluit tot wijziging van het Waterleidingbesluit in verband met de richtlijn betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water*. Staatscourant, 9 januari 2001,

[3] Kiwa. *Optimale samenstelling van drinkwater*. Mededeling 100. Oktober 1988.

[4] Kiwa. *AQUACALC versie 2.0. Handleiding*. SWS 97.510.november 1997.

