

**KWR 02.095 A**  
maart 2003

# **Beleidsontwikkelende monitoring huishoudwater**

Onderzoek naar de kwaliteit van huishoudwater  
en effecten van het gebruik op het milieu en de  
klant

**Hoofdrapport**

**KWR 02.095 A**  
maart 2003

# **Beleidsonderbouwende monitoring huishoudwater**

Onderzoek naar de kwaliteit van huishoudwater  
en effecten van het gebruik op het milieu en de  
klant

## **Hoofdrapport**

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

**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)

# Colofon

**Titel**

Beleidsonderbouwende monitoring huishoudwater

**Projectnummer**

30.3058.041

**Projectmanager**

ir. W.J.M.K. Senden

**Kwaliteitsborgers**

prof. dr. ir. D. van der Kooij

dr. G.J. Medema

mw. drs. M.N. Mons

**Auteur**

ir. F.I.H.M. Oesterholt

Dit rapport is niet openbaar en slechts verstrekt aan de opdrachtgevers van het 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).

De onderzoeksresultaten in dit hoofd rapport en de bijlagenrapporten zijn gerapporteerd onder verantwoordelijkheid van Kiwa Water Research. De conclusies en aanbevelingen in dit rapport zijn opgesteld onder de verantwoordelijkheid van de begeleidingscommissie voor dit project. De begeleidingscommissie voor dit project bestaat uit de volgende personen:

## Leden van de begeleidingscommissie:

dhr. ir. G. Martijnse	Min. van VROM, Directoraat Generaal Milieubeheer, Directie BWL
dhr. ing. K.H. Poortema	VEWIN
mw. ir. J.F.M. Versteegh	RIVM
dhr. ir. F.A.M. Swinkels	VROM Inspectie Zuid
dhr. A. Sluijs	Hydron Midden Nederland (proefprojecthouder Leidsche Rijn)
mw. ing. Y. Brekvoort	Brabant Water (proefprojecthouder Meerhoven)
dhr. ing. R.B. Klijn	Vitens Gelderland (proefprojecthouder Wageningen Noordwest)
dhr. ing. J. van Beckhoven	Vitens Gelderland
dhr. ing. A.A. Laarman	(proefprojecthouder Dichteren Doetinchem en Buitenhof Druten)
dhr. R. Damstra	Koepelvereniging Waterwijk (proefprojecthouder Waterwijk)

# Leeswijzer

In dit hoofdrapport vindt u een beknopte beschrijving van de opzet, uitvoering en resultaten van het onderzoek. Hierbij is geprobeerd een zo volledig mogelijk beeld te schetsen van de onderwerpen volksgezondheid, milieu en klant die bij de evaluatie van de levering van huishoudwater een rol spelen. De samenvatting van dit hoofdrapport is zodanig uitgebreid geschreven dat het lezen ervan volstaat om over alle essentiële aspecten te worden geïnformeerd.

Voor detailinformatie over de monitoring van microbiologische parameters in relatie tot de volksgezondheid, de fysisch-chemische parameters in relatie tot de volksgezondheid en over het onderzoek gericht op voorlichting van de klant wordt verwezen naar de bijlagenrapporten. Een overzicht van de bijlagenrapporten vindt u in hoofdstuk 9.

# Verklaring van afkortingen

<i>afkorting</i>	<i>omschrijving</i>	<i>eenheid</i>
AOC	assimileerbaar organisch koolstof	µg acetaat-C equivalenten/l
As	arseen	-
ATA	attest toxicologische aspecten	-
ATP	adenosinetrifosfaat	pg/ml (ng/l)
BAM	2,6 dichloorbenzamide, metaboliet (afbraakproduct) van het bestrijdingsmiddel dichlobenil	-
BPP	biomassaproductiepotentie	ng ATP/l (pg ATP/cm <sup>2</sup> )
Bqua	de lokale naam die in Meerhoven, Eindhoven aan het product huishoudwater is gegeven	-
BVS	biofilmvormingsnelheid	pg ATP/cm <sup>2</sup> -dag
BVP	biofilmvormingspotentie	pg ATP/cm <sup>2</sup>
CI	corrosie index, maat voor de agressiviteit van water ten opzichte van metalen	-
Cr	chromium	-
Cu	koper	-
DEC	decimale eliminatiecapaciteit	-
DOC	opgeloste organisch koolstof	mg C/l
DW	drinkwater	-
EGV	elektrisch geleidingsvermogen	mS/m
EOX	extraheerbare organische halogeenverbindingen	-
Fe	ijzer	-
FeAS	ijzerafzettingssnelheid	mg Fe/m <sup>2</sup> -dag
HCH	hexachloorcyclohexaan	-
HDPE	high density polyethyleen	-
Hg	kwik	-
HHW	huishoudwater	-
Kg	koloniegetal (22 of 37 °C)	kvel/ml
KMnO <sub>4</sub>	kaliumpermanganaat	-
kPa	kilopascal	-
kve	kolonievormende eenheden	-
LCA	Levenscyclusanalyse	-
m-mv	meter beneden maaiveld	-
Mn	mangaan	-
MnAS	mangaanafzettingssnelheid	mg Mn/m <sup>2</sup> -dag
MTGC	maximaal toelaatbare gemiddelde concentratie	-
n.a.	niet aangetroffen	-
n.b.	niet bepaald	-
Ni	nikkel	-
NLV	Norwalk-like calicivirus	-
PAK	polycyclische aromatische koolwaterstoffen	-

Pb	lood	-
PCB	polychloorbifenylen	-
PE	polyethyleen	-
pH	zuurgraad	-
PVC	polyvinylchloride	-
P90	90 percentiel	-
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu	-
RNA	Ribonucleic Acid (ribonucleïnezuur). Molecuul met de genetische code betrokken bij de eiwitsynthese	-
R <sub>2</sub> A	specifiek medium voor de bepaling van heterotrofe bacteriën in drinkwater	-
Se	seleen	-
SI	Verzadigingsindex (Saturation Index), als maat voor het kalkafzettend vermogen van water.	-
SI <sub>90</sub>	Verzadigingsindex bij 90 °C	-
SSRC	sporen van sulfietreducerende clostridia	n/100 ml
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
TDC	Total Direct Count (microscopisch telling na specifieke kleuring).	-
UF	ultrafiltratie	-
UV	ultraviolet licht	-
WLB	waterleidingbedrijf	-
WRK	NV Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland	-
Zn	zink	-

# Samenvatting

## S 1. Waarom huishoudwater?

Vanaf het midden van de negentiger jaren ontstonden in het kader van het duurzaam waterbeheer en -gebruik ideeën over de aanleg van een tweede leidingnet voor de levering van een andere waterkwaliteit dan drinkwater aan huishoudens. Dit huishoudwater zou bestemd zijn voor toepassingen als toiletspoeling, wasmachine en buitenkraan. Het drinkwater in Nederland is van hoge kwaliteit. Daar waar oppervlaktewater als grondstof voor drinkwater wordt gebruikt vereist het bereiken van die kwaliteit een intensieve zuivering. Op plaatsen waar grondwater wordt gebruikt voor de drinkwaterproductie is de zuivering vaak minder intensief maar leidt de grondwateronttrekking soms tot verdroging en schade aan de natuur en landbouw. In beide situaties ligt het voor de hand het 'kostbare' drinkwater uitsluitend te gebruiken voor die toepassingen waarvoor de kwaliteit een absolute vereiste is en niet bijvoorbeeld voor het doorspoelen van het toilet.

Op basis van deze visie zijn bij veel woningbouwprojecten initiatieven gestart waarbij de mogelijkheden zijn onderzocht voor de aanleg van een tweede distributienet voor een andere kwaliteit water dan drinkwater. Een aantal initiatieven heeft daadwerkelijk geleid tot de aanleg van een dubbel leidingwaternet en de levering van huishoudwater en drinkwater aan gebonden klanten.

## S 2. Aanleiding en doel van dit monitoringonderzoek

Momenteel verkeert de toepassing van twee waterkwaliteiten in huishoudens nog steeds in het stadium van 'proeven op praktijkschaal'. Er zijn inmiddels wijken met duizenden woningen gebouwd die in principe van huishoudwater (kunnen) worden voorzien, maar inzicht in nut, risico's en wettelijke kaders is nog in ontwikkeling. In haar beleid om goed aan te sluiten bij de praktijk en te kunnen beschikken over ervaringsgegevens, heeft het Ministerie van VROM samen met VROM Inspectie en het RIVM in het beleidsstandpunt "Toepassing huishoudwater" uit 1999 zes proefprojecten met huishoudwater aangewezen [1]. Om te kunnen voldoen aan de noodzakelijke informatiebehoefte is het project 'Beleidsonderbouwende monitoring huishoudwater' opgestart waarin de voorbeeldprojecten gedurende de periode mei 2001 tot en met augustus 2002 zijn gevolgd. De resultaten van dit monitoringonderzoek, die in dit rapport zijn beschreven, dienen als basis voor een beleidsmatige beoordeling van de toepassing van huishoudwater en de inbedding van huishoudwater in de Nederlandse wetgeving.

## S 3. Definitie van het begrip huishoudwater

Het onderzoek is gestart uitgaande van de volgende definitie voor huishoudwater in het beleidsstandpunt van de Minister van VROM [1]:

*"Huishoudwater is water, door middel van collectieve systemen via leidingen geleverd aan huishoudens, dat van mindere kwaliteit is dan drinkwater en dat bestemd is voor laagwaardige toepassingen."*



In het gewijzigde Waterleidingbesluit uit 2001 [13] is huishoudwater als volgt gedefinieerd:

*“ Huishoudwater is leidingwater dat uitsluitend bestemd is voor toiletspoeling, gebruik in de wasmachine of het besproeien van de tuin.”*

#### **S 4. Voorlopige kwaliteitseisen**

Huishoudwater moet voldoen aan de algemene, in artikel 4, eerste lid, van het Waterleidingbesluit [13] opgenomen eis dat het ter beschikking gestelde water geen micro-organismen, parasieten of stoffen bevat in aantallen per volume-eenheid of concentraties die nadelige gevolgen kunnen hebben voor de volksgezondheid. Huishoudwater hoeft niet aan de kwaliteitseisen voor drinkwater uit Bijlage A van het Waterleidingbesluit te voldoen onder de voorwaarde dat de kwaliteit van het huishoudwater niet van invloed is op de gezondheid van de betrokken gebruikers. Voor het maximaal aanvaardbare (theoretisch berekende) infectierisico door ziekteverwekkende micro-organismen in drinkwater is in het Waterleidingbesluit een voorlopige grenswaarde opgenomen van één infectie per 10.000 personen per jaar (infectierisico van  $10^{-4}$  per persoon per jaar). Deze grenswaarde is voor huishoudwater overgenomen met als uitgangspunt dat toepassing van huishoudwater niet mag leiden tot een verhoging van het infectierisico.

Uit het beleidsstandpunt van de Minister van VROM [1] blijkt dat toepassing van huishoudwater in de huishoudelijke sfeer niet zonder risico's is. Deze conclusie is o.a. gebaseerd op onderzoek dat het RIVM in 1997 heeft uitgevoerd naar de gezondheidsrisico's door blootstelling aan ziekteverwekkende micro-organismen bij toepassing van huishoudwater [2]. De blootstelling kan plaatsvinden door direct contact van huishoudwater met de huid (huidinfecties) of na verneveling via de longen en/of het maagdarmkanaal waarbij de gevormde waterdruppels worden ingenomen via neus en mond. Praktijkonderzoek uitgevoerd door Kiwa Water Research in 1999 heeft de voorlopige conclusie van het RIVM bevestigd [12]. Dit onderzoek naar de blootstelling aan micro-organismen via aerosolen bij toiletgebruik, het sproeien vanuit de buitenaansluiting, het drogen van kleding in wasdrogers en via contact met de natte was heeft geleid tot kwaliteitsrichtlijnen voor huishoudwater waarbij is uitgegaan van een maximaal infectierisico van  $10^{-4}$  per persoon per jaar. Monitoring van de proefprojecten moet onder andere uitwijzen of aan deze grenswaarde kan worden voldaan.

#### **S 5. Omschrijving proefprojecten**

Om een zo representatief mogelijk beeld te krijgen van de toepassing van huishoudwater heeft het Ministerie van VROM op basis van keuzecriteria met betrekking tot schaalniveau, bronnen, zuiveringstechnieken, toepassingen en stadium van uitvoering, zes proefprojecten met huishoudwater aangemerkt als 'voorbeeldproject' [1]. Het betreft de volgende locaties:

- de wijk Dichteren in Doetinchem;
- de wijk Buitenhof in Druten;
- de wijk Meerhoven in Eindhoven;

- de wijk Leidsche Rijn in Utrecht;
- de Waterwijk in Amsterdam (ook: GWL-terrein);
- de wijk Noordwest in Wageningen.

Uiteindelijk is alleen bij de vier laatstgenoemde projecten het volledige monitoringprotocol uitgevoerd. In de wijk Buitenhof is het protocol gedeeltelijk uitgevoerd en in de wijk Dichteren is het protocol niet uitgevoerd. In beide gevallen waren technische problemen met het zuiveringssysteem de oorzaak van het voorlopig stopzetten van het project. Beide projecten zijn niet meer opgestart tijdens de duur van dit onderzoek. Bij de begeleidingscommissie van dit onderzoek bestond het vertrouwen dat de omvang van de dataset resulterend uit de overige projecten voldoende zou zijn voor een goede evaluatie.

In tabel S.1 zijn de proefprojecten, met uitzondering van het project Dichteren in Doetinchem kort gekarakteriseerd.

Tabel S.1 Omschrijving van vijf van de zes door VROM aangewezen proefprojecten voor de levering van huishoudwater

<i>naam</i>	<i>Buitenhof Druten</i>	<i>Meerhoven Eindhoven</i>	<i>Leidsche Rijn Utrecht</i>	<i>Waterwijk Amsterdam</i>	<i>Noordwest Wageningen</i>
<b>schaal</b>	380 woningen	812 tot max. 1.200 woningen (pilot);  7.000 woningen (eind)	400 woningen (pilot);  30.000 woningen (eind)	240 woningen	162 woningen
<b>bronnen</b>	spoelwater van een drinkwater-productiestation + oppervlaktewater	oppervlaktewater Beatrixkanaal	oppervlaktewater Lekkanaal	hemelwater	grondwater (kwel) + oppervlaktewater na bodempassage
<b>zuiveringsmethode</b>	kunstmatige bodempassage	dosering KMnO <sub>4</sub>  membraanfiltratie (UF)  actieve-koolfiltratie (v.a. nov. 2001)	grofvuilrooster  coagulatie/flocculatie/sedimentatie  pH-correctie  snelfiltratie  (WRK halffabriek)	grof buisfilter	2-traps snelfiltratie  UV-desinfectie
<b>toepassing</b>	wasmachine toilet buitenkraan	wasmachine toilet	wasmachine toilet buitenkraan	toilet	wasmachine toilet buitenkraan
<b>periode van levering</b>	21 juni 2000 – januari 2001	10 april 2001– 9 oktober 2002	begin 1999 – december 2001	1998 – heden	mei 2000 – 24 oktober 2002

## S 6. Meetprogramma's en onderzoeksmethoden

Vóór de start van dit onderzoek heeft Kiwa in opdracht van het Ministerie van VROM en in samenwerking met VROM Inspectie, RIVM, VEWIN en de betrokken waterleidingbedrijven een monitoringprotocol opgesteld waarin de concrete informatiebehoefte voor de vormgeving van beleid en normstelling is vastgelegd. De informatiebehoefte richt zich of was gericht op de volgende drie aspecten:

- *volksgezondheid*;
- *milieu*;
- *klant*.

De beslissing om huishoudwater te leveren is ook afhankelijk van de kosten. Een financiële afweging in deze zal op de eerste plaats door het waterleidingbedrijf zelf moeten worden gemaakt binnen het kader van de bedrijfsstrategie. Daarom is er voor gekozen dit aspect geen rol te laten spelen in het onderzoek.

Voor wat betreft het gebruik van huishoudwater in relatie tot de *volksgezondheid* zijn in het kader van dit project de volgende activiteiten uitgevoerd:

- onderzoek naar de aanwezigheid van ziekteverwekkende micro-organismen van fecale herkomst (bacteriën, protozoa en virussen) in de grondstof (het ruwe water) en naar de effectiviteit van de zuivering;
- onderzoek naar de kans op groei van *Legionella* in woningen door beoordeling van de leidingwatersystemen voor huishoudwater;
- onderzoek naar de microbiologische stabiliteit van het huishoudwater (eindproduct);
- onderzoek naar chemische parameters, met name zware metalen en organische microverontreinigingen in de grondstof en het eindproduct;
- onderzoek naar corrosieparameters en esthetische parameters (ijzer, mangaan) in het eindproduct.

Om de *milieuaspecten* van toepassing van huishoudwater in kaart te brengen is gebruik gemaakt van de milieugerichte LevensCyclus Analyse (LCA) zoals die is opgezet voor de benchmark van de waterleidingbedrijven verenigd in de VEWIN.

Door middel van een uitgebreide enquête onder ruim 500 bewoners van de verschillende proefprojectwijken in september en oktober 2001 is onderzocht hoe huishoudwater in de praktijk wordt gebruikt, wat het effect is van *voorlichting* over huishoudwater op het gedrag van de consument, wat de wensen zijn ten aanzien van de voorlichting in de toekomst en hoe het staat met de *klanttevredenheid*. Doel van deze enquête was om inzicht te krijgen in de eisen die moeten worden gesteld aan de voorlichting van bewoners teneinde een veilig en verantwoord gebruik van huishoudwater te bewerkstelligen.

Buiten het geplande monitoringprotocol om zijn er tijdens de looptijd van dit onderzoek bij verschillende proefprojecten incidenten geweest die moeten worden beschouwd als belangrijke ervaringsresultaten. Vanwege het belang van deze ervaringen bij de evaluatie van het product huishoudwater is in dit rapport aandacht besteed aan de oorzaken en gevolgen van de verschillende incidenten.

## S 7. Resultaten van het onderzoek

### *Samenvatting van de resultaten*

In tabel S.2 van deze paragraaf zijn de resultaten van het onderzoek samengevat. Hierbij is een onderverdeling gemaakt naar de onderwerpen volksgezondheid, milieu, klant en ervaringen/incidenten.

### *Gebruik van huishoudwater is in microbiologisch opzicht niet altijd veilig*

Dit onderzoek heeft het vermoeden bevestigd dat de gezondheidsrisico's van huishoudwater met name worden bepaald door de microbiologische parameters. Op alle vier onderzochte locaties zijn in de grondstof ziekteverwekkende micro-organismen aangetroffen.

- Door toepassing van membraanfiltratie in de vorm van ultrafiltratie worden deze ziekteverwekkers op de locatie *Meerhoven* op effectieve wijze verwijderd. De veiligheidsmarges zijn groot, maar de enkelvoudige barrière gevormd door de ultrafiltratiemembranen is kwetsbaar, waardoor regelmatige controle op de integriteit van de membranen noodzakelijk is.
- Het zuiveringssysteem voor de productie van huishoudwater bestemd voor *Leidsche Rijn* bestaat uit conventionele zuiveringstechnieken zoals coagulatie, flocculatie, sedimentatie en snelfiltratie. Tijdens het onderzoek bleek deze zuivering voor de meeste ziekteverwekkende micro-organismen in staat om microbiologisch veilig water te leveren, maar de veiligheidsmarges zijn klein. De Norwalk-like calicivirussen vormen echter een uitzondering. Dit is een groep van virussen die pas sinds enige jaren kan worden gemeten in water. Op basis van een aantal aannames is berekend dat de concentratie van deze virussen in huishoudwater periodiek waarden kan bereiken die 30 maal hoger liggen dan het niveau waarbij sprake is van een infectierisico van  $10^{-4}$  per persoon per jaar. Vanwege de aannames kan deze conclusie niet met grote mate van zekerheid worden gesteld.
- Het hemelwater dat wordt gebruikt voor toiletspoeling op de locatie *Waterwijk* wordt op het afstromend oppervlak fecaal besmet door vogels. Door het ontbreken van een zuivering is de kans aanwezig dat gebruik van dit hemelwater als huishoudwater risico's geeft voor de volksgezondheid die liggen boven het maximaal geaccepteerde infectierisico. Hier wordt desinfectie aanbevolen om veilig huishoudwater te maken.
- Op de locatie *Noordwest* wordt gebruik gemaakt van kwelwater als bron. Daarnaast wordt door de onttrekkingsmiddelen voor een klein deel oppervlaktewater uit een sloot aangetrokken dat daarbij een bodempassage ondergaat. Door de keuze van kwelwater als voornaamste bron en de wijze van onttrekking via bodempassage bevat het water relatief weinig ziekteverwekkende micro-organismen. Met de UV-desinfectie in het zuiveringssysteem ontstaan ruim voldoende garanties voor de microbiologische veiligheid van het huishoudwater.

### ***Huishoudwater is niet biologisch stabiel hetgeen leidt tot groei van micro-organismen in het distributienet***

Met uitzondering van het huishoudwater dat geleverd wordt op de locatie Leidsche Rijn is het huishoudwater niet biologisch stabiel. Dit blijkt uit de relatief sterk biofilmvormende eigenschappen van het huishoudwater in combinatie met de hoge biofilmconcentraties die zijn gemeten in de leidingnetten. Het gevolg is een verhoogde kans op groei van ongewenste, in water voorkomende ziekteverwekkers zoals bijvoorbeeld *Legionella*, *Pseudomonas aeruginosa* en *Mycobacterium*.

Bij vervuiling van het leidingnetsysteem met biomassa moet tevens rekening worden gehouden met problemen van esthetische aard zoals bruin water, reukklachten en vermeerdering van visueel waarneembare dierlijke organismen.

Het aantreffen van *Legionella* in de Waterwijk en klachten van bewoners in Meerhoven over de geur en de kleur van het huishoudwater bevestigen dat ook aan de biologische stabiliteit van huishoudwater eisen dienen te worden gesteld.

### ***Gebruik van huishoudwater is veilig vanuit toxicologisch oogpunt***

Uit onderzoek bij de vier proefprojecten blijkt dat zware metalen en organische microverontreinigingen slechts in zeer lage concentraties worden aangetroffen in de grondstof voor de productie van huishoudwater. Dit betekent dat na zuivering tot huishoudwater in vrijwel alle gevallen wordt voldaan aan de normen voor drinkwater uit het Waterleidingbesluit. Deze normen zijn gebaseerd op inname van 2 liter water per persoon per dag, een hoeveelheid die voor huishoudwater onder normale omstandigheden uitgesloten is.

### ***De milieuwinst van de inzet huishoudwater is in absolute zin beperkt***

Door gebruik van huishoudwater voor toiletspoeling en de wasmachine kan het drinkwaterverbruik met circa 40 % worden verminderd. Overigens zijn er wel aanwijzingen dat de bewoners die huishoudwater krijgen aangeboden minder zorgvuldig omgaan met het gebruik van leidingwater (huishoudwater en drinkwater), zodat het totale verbruik ongeveer 18 % hoger ligt dan het landelijk gemiddelde voor nieuwbouwwoningen [6].

Met de gehanteerde LCA-methode is aangetoond dat de milieubelasting van één m<sup>3</sup> huishoudwater geleverd in een wijk lager is dan van één m<sup>3</sup> drinkwater geleverd in dezelfde wijk. Een uitzondering hierop vormt de wijk Meerhoven. De relatief slechte milieuscore van het project Meerhoven is te verklaren uit een overdimensionering van de zuivering bij de start van het project, hetgeen heeft geresulteerd in een onevenredig hoog energieverbruik.

Berekening leert dat de jaarlijkse milieuwinst per huishouden als gevolg van de levering van huishoudwater in absolute zin zeer beperkt is en te vergelijken is met de milieubelasting berekend voor het benzineverbruik van één autorit van nog geen 80 kilometer. Deze geringe milieuwinst wordt met name veroorzaakt door de lage milieubelasting die het product drinkwater als zodanig al heeft.

### *De klant is tevreden over het product maar wil en moet beter worden geïnformeerd*

Meer dan 80 % van de bewoners van de onderzochte wijken is tevreden over het huishoudwater en ziet het als een milieuvriendelijk product. Hierbij moet worden opgemerkt dat het klantenonderzoek is uitgevoerd voordat huishoudwater negatief in het nieuws kwam naar aanleiding van de gebeurtenissen in Leidsche Rijn. Uit de enquête blijkt verder dat de bewoners in Meerhoven en de Waterwijk het minst tevreden zijn. Zij klagen in Meerhoven over de geur en kleur van het huishoudwater en de aanslag in het toilet en in de Waterwijk over de regelmatige storingen. Door uitbreiding van het zuiveringssysteem met actieve-koolfiltratie heeft men in Meerhoven geprobeerd de klachten weg te nemen. Na plaatsing van de actieve-koolfiltratie is er volgens informatie van het waterleidingbedrijf aanzienlijk minder geklaagd.

De bewoners hebben behoefte aan meer informatie over de achtergronden en eigenschappen van het huishoudwater. De huidige informatie geeft met name antwoorden op vragen over het gebruik. Ondanks het feit dat het in de voorlichting sterk wordt ontraden, gebruiken relatief veel mensen in de wijken Noordwest (32 %) en Leidsche Rijn (13 %) wel eens huishoudwater voor het vullen van de kinderbadjes. In beide wijken wordt huishoudwater ook geleverd bij de buitenkraan.

### *Huishoudwater kan aanleiding geven tot meer corrosie en kalkafzetting*

Bij drinkwater wordt veel aandacht besteed aan een goede conditionering van het water in de zuivering. Een goede conditionering voorkomt de aantasting van de in het leidingnet gebruikte materialen en de afzetting van kalksteen bij de klant (met name bij opwarming van drinkwater in boilers, koffiezetapparaten, wasmachines e.d.) Uit de analyse van huishoudwater blijkt dat dit product minder goed is geconditioneerd. Om die reden moet op de locatie Meerhoven rekening worden gehouden met de aantasting van koperen leidingen in de binneninstallatie door putcorrosie. Op meerdere locaties (Meerhoven, Waterwijk, Leidsche Rijn) blijkt de corrosie-index (ten opzichte van drinkwater) verhoogd hetgeen kan leiden tot corrosie van ijzeren en stalen onderdelen in apparatuur die is aangesloten op het huishoudwater. Op de locatie Noordwest moet bij verwarming van het huishoudwater in de wasmachine rekening worden gehouden met een verhoogde kans op afzetting van kalksteen.

In het huishoudwater van Meerhoven en de Waterwijk is mangaan aangetroffen in concentraties boven de norm voor drinkwater. Mangaan is een esthetische parameter. Bij hoge concentraties kunnen mangaanoxiden worden afgezet op kleding tijdens het wasproces of in de toiletpot, waarbij ongewenste verkleuringen ontstaan. Tijdens de enquête zijn op beide locaties klachten van deze strekking waargenomen.

	Meerhoven, Eindhoven	Leidsche Rijn, Utrecht	Waterwijk, Amsterdam	Noordwest, Wageningen
<b>Volksgezondheid</b> (hoofdstuk 4.1)				
microbiologische veiligheid (hoofdstuk 4.1.1.)	pathogenen in de grondstof: <b>HHW is microbiologisch veilig</b>	pathogenen in de grondstof: <b>HHW is <u>onvoldoende</u> microbiologisch veilig</b>	pathogenen in de grondstof: <b>HHW is <u>niet</u> microbiologisch veilig</b>	pathogenen in de grondstof: <b>HHW is microbiologisch veilig</b>
biologische stabiliteit en nagroei (hoofdstuk 4.1.2.)	<b>HHW is <u>niet</u> biologisch stabiel</b>	<b>HHW is <u>redelijk</u> biol. stabiel</b>	<b>HHW is <u>niet</u> biologisch stabiel</b> <b><i>Legionella</i> aangetroffen in woning</b>	<b>HHW is <u>niet</u> biologisch stabiel</b>
toxicologie (hoofdstuk 4.1.3)	aangetroffen in HHW: <ul style="list-style-type: none"> <li>• zware metalen &lt; norm WLB</li> <li>• <b>Ni &gt; norm WLB</b></li> <li>• org. micro's niet gemeten</li> </ul>	aangetroffen in HHW: <ul style="list-style-type: none"> <li>• zware metalen &lt; norm WLB</li> <li>• org. micro's &lt; norm WLB</li> </ul>	aangetroffen in HHW: <ul style="list-style-type: none"> <li>• zware metalen &lt; norm WLB</li> <li>• geen organische micro's</li> </ul>	aangetroffen in HHW: <ul style="list-style-type: none"> <li>• geen zware metalen</li> <li>• BAM &gt; 0,1 µg/l</li> </ul>
<b>Milieu</b> (hoofdstuk 4.2)				
Benchmark	<b>hogere milieubelasting HHW</b> dan DW; benchmarkpunten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• HHW 46</li> <li>• DW 24</li> </ul>	lagere milieubelasting HHW dan DW; benchmarkpunten [mPt]: <ul style="list-style-type: none"> <li>• HHW 15</li> <li>• DW 24</li> </ul> milieuvoordeel: 450 mPt/huishouden/jaar	lagere milieubelasting HHW dan DW; benchmarkpunten [mPt]: <ul style="list-style-type: none"> <li>• HHW 3</li> <li>• DW 25</li> </ul> milieuvoordeel: 1.060 mPt/huishouden/jaar	lagere milieubelasting HHW dan DW; benchmarkpunten [mPt]: <ul style="list-style-type: none"> <li>• HHW 2</li> <li>• DW 16</li> </ul> milieuvoordeel: 670 mPt/huishouden/jaar
<b>Klant</b> (hoofdstuk 4.3)				
Perceptie	verkleuringen was aanslag toilet waterdruk (te) laag		storingen/verstoppingen wijzigingen in waterkwaliteit 50 % onbekend met HHW	
Tevredenheid	74 % tevreden met HHW	89 % tevreden met HHW	78 % tevreden met HHW	83 % tevreden met HHW
voorlichting	66 % info ontvangen 79 % tevreden over info 32 % wil meer info	81 % info ontvangen 76 % tevreden over info 29 % wil meer info	49 % info ontvangen 52 % tevreden over info 44 % wil meer info	79 % info ontvangen 79 % tevreden over info 33 % wil meer info
Corrosie en hardheid	grote kans op aantasting koper/messing kans op aantasting ijzer/staal	kans op aantasting ijzer/staal	sterke variatie zoutgehalte (overschrijding norm EGV)	kans op kalkafzetting bij hoge temperatuur
Esthetische parameters	mangaan > norm WLB continu hoge concentraties	geen opmerkingen	mangaan > norm WLB wisselend hoge en lage conc.	geen opmerkingen
<b>Ervaringen/Incidenten</b> (hoofdstuk 5)				
	Bij 2 woningen oneigenlijk gebruik van HHW geconstateerd	december 2001; verontreiniging DW-net met HHW	verstoppingsproblemen met groffilters	kruisverbinding bij twee woningen geconstateerd
	project is beëindigd door stagnatie vraag bij industrie naar Bqua	januari 2002; kruisverbinding bij vijf woningen geconstateerd	verkeerde verbinding waarbij afvalwater in de hemelwaterafvoer terecht komt	in één woning oneigenlijk gebruik aangetroffen
		levering HHW nog niet hervat (december 2002)	risicodragende factoren op vermeerdering van <i>Legionella</i> aanw.	pictogrammen 'geen drinkwater' in aantal woningen verdwenen

Tabel S.2 Resultaten van het monitoringprogramma voor vier huishoudwaterprojecten gepresenteerd per onderwerp

### *Door verkeerde verbindingen kan het drinkwaternet door huishoudwater worden besmet*

Op de locatie Leidsche Rijn is eind 2001 het drinkwaternet in een deel van de wijk besmet met huishoudwater via een koppeling tussen drinkwater- en huishoudwaternet die ten onrechte niet was weggenomen na de oplevering van het huishoudwaternet. De koppeling was bij de opstart gebruikt om het huishoudwaternet met drinkwater te vullen. Dit incident is veroorzaakt door onvoldoende zorgvuldig werken van de aannemer en een controle door het waterleidingbedrijf op cruciale werkzaamheden van de aannemer die niet afdoende was. De conclusie van onderzoek van de GG&GD is dat er geen bewijs is geleverd maar dat het wel zeer aannemelijk is gemaakt dat een deel van de bewoners van de betreffende wijk gezondheidsklachten heeft gekregen als gevolg van het tijdelijk drinken van onvoldoende gezuiverd leidingwater. Geschat wordt dat ongeveer 200 mensen door deze blootstelling klachten hebben gekregen. Een verwekker van de klachten kon middels het onderzoek van de GG&GD niet worden aangetoond.

Na een tweede incident op de locatie Leidsche Rijn, waarbij het drinkwatersysteem van een woning abusievelijk op huishoudwater was aangesloten door verwisseling van een aansluitleiding, zijn op last van VROM Inspectie alle individuele huisaansluitingen van huishoudwater in Nederland onderzocht. Dit leverde op de locatie Leidsche Rijn in totaal vijf en op de locatie Noordwest twee verkeerde aansluitingen op, terwijl ook bij andere huishoudwaterprojecten in Nederland verkeerde aansluitingen werden aangetroffen (deze projecten zijn niet betrokken bij dit onderzoek). Dit toont aan dat ondanks de kleurverschillen tussen de materialen voor drink- en huishoudwater vergissingen (menselijke fouten) niet volledig kunnen worden uitgesloten.

Bij nader onderzoek van de huisaansluitingen in Noordwest bleek verder in de garage van een woning een extra keukenblok te zijn aangesloten op huishoudwater. Op een zolder was een wastafel door middel van een leiding vanaf de wasmachine door de bewoner aangesloten op huishoudwater. In Meerhoven bleek in een woning tijdens een verbouwing een fonteintje op een toilet te zijn aangesloten op huishoudwater. Ondanks alle voorlichtingscampagnes blijkt dat verkeerd gebruik van huishoudwater in woningen niet altijd is te voorkomen.

### **S 8. Samenvatting conclusies**

Uit dit onderzoek blijkt dat de gezondheidsrisico's van het gebruik van huishoudwater vrijwel geheel worden bepaald door de microbiologische veiligheid van huishoudwater. Op grond van de eerste praktijkervaringen met de levering van huishoudwater blijkt dat de hoogste prioriteit ligt in het voorkómen dat huishoudwater door de bewoners bewust of onbewust wordt geconsumeerd. Om deze redenen verdienen de volgende aspecten bijzondere aandacht:



- het voorkómen van kruisverbindingen tussen drinkwater- en huishoudwatersysteem buiten en in de woning tijdens de aanleg;
- de procedurele borging van de juiste aanleg, inbedrijfname en het in bedrijf houden van het huishoudwatersysteem;
- het verbeteren van de microbiologische veiligheid van het huishoudwater zelf;
- een goede voorlichting van de gebruikers gericht op het voorkómen van verkeerd gebruik van huishoudwater en het voorkómen van verkeerde aansluitingen in de woning;
- een goede voorlichting van installateurs gericht op het voorkómen van verkeerde aansluitingen in de woning.

Dit onderzoek toont echter ook aan dat bij *juist* gebruik van huishoudwater een infectierisico dat kleiner is dan  $10^{-4}$  per persoon per jaar niet bij alle proefprojecten wordt gehaald. Dit bevestigt de noodzaak voor het verbeteren van de microbiologische veiligheid van huishoudwater door een meer intensieve zuivering. Daarnaast leidt de biologische instabiliteit van huishoudwater tot een verhoogd risico op groei van *Legionella*-soorten en andere ongewenste micro-organismen in het leidingnet.

Alhoewel een hoog percentage van de gebruikers tevreden is over het product huishoudwater zijn er ook klachten. De klachten zijn zeer waarschijnlijk een gevolg van de slechte biologische stabiliteit van het water (geur- en kleurklachten) en van hoge mangaangehaltes in het huishoudwater (vlekken in de was en afzettingen). Deze aspecten verdienen meer aandacht bij de productie van huishoudwater.

Dit onderzoek maakt aannemelijk dat gebruik van huishoudwater kan leiden tot corrosie van koperen leidingen, corrosie van metalen toegepast in apparaten op de tappunten en afzetting van kalksteen bij hoge temperaturen (bijvoorbeeld in de wasmachine). Deze problemen die worden veroorzaakt door een (ten opzichte van drinkwater) geringere aandacht voor conditionering van het water kunnen op termijn aanleiding geven tot ongewenste technische problemen.

Op het moment van het opstellen van deze rapportage (februari/maart 2003) wordt bij vijf van de zes door VROM geselecteerde proefprojecten geen huishoudwater meer geleverd. Alleen in de Waterwijk te Amsterdam wordt nog huishoudwater geleverd voor de toiletspoeling.

De levering van huishoudwater is om de volgende drie hoofdredenen stopgezet:

- een bedrijfstechnische reden: de kwaliteit van de grondstof in combinatie met het beoogde zuiveringssysteem geeft onvoldoende garanties voor een goede kwaliteit huishoudwater;
- een bedrijfseconomische reden: het uitgangspunt van een gecombineerde levering van huishoudwater aan de industrie en aan woningen kan in de praktijk niet worden waargemaakt;
- een bedrijfskundige reden: het product huishoudwater als “special met in principe lagere kwalitatieve randvoorwaarden dan drinkwater” past niet in de huidige organisatie van het waterleidingbedrijf; daarbij vereist de noodzakelijke procedurele technische en administratieve borging in de praktijk extra organisatie.

## S 9. Aanbevelingen

Onderstaande aanbevelingen zijn er op gericht:

- om het risico op infectie door ziekteverwekkende micro-organismen van fecale herkomst bij gebruik van huishoudwater te verlagen zodat kan worden voldaan aan de voorlopige grenswaarde uit het Waterleidingbesluit (infectierisico  $< 10^{-4}$  per persoon per jaar);
- om de kans op vermeerdering van opportunistische ziekteverwekkers zoals *Legionella* in het huishoudwaterdistributienet te verlagen;
- om de voorlichting over huishoudwater te verbeteren, en
- om het aantal klachten over esthetische aspecten van huishoudwater te verminderen.

Van belang hierbij is dat de technische installaties die in de aanbevelingen worden bedoeld op adequate wijze worden ontworpen, bedreven en beheerd. Opvolgen van deze aanbevelingen zal leiden tot hogere investeringen en een lager milieuvoordeel waardoor huishoudwater zich als alternatief product steeds minder onderscheidt van drinkwater.

De aanbevelingen zijn:

- 1) Toepassing van een desinfectie met UV-licht als laatste stap bij de bereiding van huishoudwater waardoor de microbiologische veiligheid wordt verbeterd. Deze aanbeveling is gericht op een gewenste verlaging van de risico's op besmetting met ziekteverwekkende micro-organismen van fecale herkomst bij normaal gebruik van huishoudwater maar meer nog op het voorkómen van een besmetting bij ongewenst gebruik.
- 2) Toepassing van een filtratiestap (snelfiltratie, actieve-koolfiltratie) bij de bereiding van huishoudwater ter verbetering van de biologische stabiliteit.
- 3) Een onafhankelijke controle per individuele huisaansluiting na aanleg van het huishoudwatersysteem om de gezondheidsrisico's als gevolg van kruisverbindingen zoveel mogelijk te minimaliseren.
- 4) Een periodieke controle door het waterleidingbedrijf per individueel huishouden op verkeerde aansluitingen op het huishoudwaternet en/of kruisverbindingen tussen huishoudwaternet en drinkwaternet. In de praktijk moet blijken of de driejaarlijkse termijn die door het waterleidingbedrijf voor de wijk Noordwest in Wageningen wordt gehanteerd voldoende garanties biedt.
- 5) Het procedureel vastleggen van de in aanbevelingen 3 en 4 bedoelde controles in een kwaliteitshandboek.
- 6) Zo min mogelijk gebruik maken van koperen leidingen voor distributie van huishoudwater in een woning. De slechtere conditionering van huishoudwater kan enerzijds putcorrosie van koper veroorzaken hetgeen op termijn kan leiden tot lekkages en anderzijds aanleiding geven tot een hogere milieubelasting door koper.

- 7) Toepassing van huishoudwater beperken tot het gebruik in het toilet en de wasmachine aangezien bij die toepassingen de kans op verkeerd gebruik van huishoudwater klein is. De levering van huishoudwater bij de buitenkraan verhoogt de kans op verkeerd gebruik van huishoudwater, bijvoorbeeld door directe of indirecte consumptie (kinderbadje).
- 8) Voor de toegestane gehalten mangaan en ijzer in huishoudwater kwaliteitseisen stellen conform de normen voor drinkwater uit het Waterleidingbesluit, ter voorkoming van klachten.
- 9) Een nog betere voorlichting van gebruikers van huishoudwater met als doelen:
  - het voorkómen van verkeerd gebruik van huishoudwater (kinderbadje vullen);
  - het voorkómen dat doe-het-zelvers verkeerde aansluitingen in de woning maken;
  - het voorkómen van kruisverbindingen in de woning;
  - het informeren over de achtergronden en eigenschappen van huishoudwater (dus niet alleen over het gebruik);
  - het informeren over de verwachtingen die men mag hebben van huishoudwater.

Een overzicht van antwoorden op veel gestelde vragen over huishoudwater hoort bij deze voorlichting. Deze lijst, apart in een brochure uitgebracht en/of op een website gepubliceerd, kan het oneigenlijke gebruik van huishoudwater minimaliseren.

Verder dienen voorlichtingscampagnes met enige regelmaat te worden herhaald zodat ook nieuwe bewoners worden geïnformeerd en de kennis bij bestaande bewoners beter blijkt.

- 10) Opnemen van kwaliteitscriteria voor huishoudwater met betrekking tot microbiologische, fysisch-chemische en esthetische parameters in het beleidsstandpunt 'huishoudwater' - op te stellen door het Ministerie van VROM - op basis van de door het RIVM voorgestelde normering voor huishoudwater en de resultaten van dit onderzoek. Daarnaast wordt aanbevolen in hetzelfde document eisen op te nemen met betrekking tot aanbeveling 5 (inzake de aanbevelingen 3 en 4) en aanbeveling 9 (inzake de voorlichting over huishoudwater).

# Inhoud

	<b>Verantwoording</b>	<b>4</b>
	<b>Leeswijzer</b>	<b>5</b>
	<b>Verklaring van afkortingen</b>	<b>6</b>
	<b>Samenvatting</b>	<b>8</b>
	<b>Inhoud</b>	<b>20</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>23</b>
1.1	Aanleiding en doel onderzoek	23
1.2	Definitie en beleidsstandpunt	23
1.3	Meetprogramma's	24
1.4	Onderzochte aspecten	25
1.5	Overige waarnemingen	26
<b>2</b>	<b>Omschrijving van de proefprojecten</b>	<b>27</b>
2.1	Inleiding	27
2.2	Dichteren, Doetinchem	28
2.3	Buitenhof, Druten	28
2.4	Meerhoven, Eindhoven	29
2.5	Leidsche Rijn, Utrecht	29
2.6	Waterwijk, Amsterdam	30
2.7	Wageningen, Noordwest	30
<b>3</b>	<b>Onderzoekopzet en toegepaste methoden</b>	<b>32</b>
3.1	Algemene onderzoekopzet	32
3.2	Kwaliteitsaspecten	34
3.2.1	Microbiologische veiligheid	34
3.2.2	Microbiologische activiteit	37
3.2.3	Chemische parameters	39
3.2.4	Corrosie- en hardheidsparameters	40
3.3	Milieu-aspecten	41
3.4	Klant	41
3.4.1	Inleiding	41
3.4.2	Steekproefopbouw	41
3.4.3	Veldwerk	42
3.4.4	Onderzoek esthetische parameters	42

<b>4</b>	<b>Resultaten</b>	<b>43</b>
4.1	Kwaliteitsaspecten	43
4.1.1	Microbiologische veiligheid	43
4.1.2	Biologische stabiliteit en groei	44
4.1.3	Toxicologische veiligheid	47
4.1.4	Corrosie en hardheid	48
4.2	Milieu-aspecten	49
4.3	Klant	51
4.3.1	Inleiding	51
4.3.2	Kennis	52
4.3.3	Gebruik	52
4.3.4	Voorlichting	53
4.3.5	Publiciteit	53
4.3.6	Mening over huishoudwater	54
4.3.7	Gewenste (toekomstige) voorlichting	54
4.3.8	Esthetische aspecten in relatie tot ijzer en mangaan	54
<b>5</b>	<b>Ervaringen en incidenten met de levering van huishoudwater</b>	<b>55</b>
5.1	Meerhoven, Eindhoven	55
5.1.1	Beëindiging van het project	55
5.1.2	Vervuiling van het Bqua-net	55
5.1.3	Bepaling werkelijk Bqua- en drinkwaterverbruik	56
5.1.4	Oneigenlijk gebruik	56
5.1.5	Tevredenheid klant over Bqua-huishoudwater	57
5.2	Leidsche Rijn, Utrecht	58
5.2.1	Besmetting van het drinkwater in de wijk Parkwijk in Leidsche Rijn	58
5.2.2	Gezondheidseffecten verkeerde aansluiting Parkwijk	58
5.3	Waterwijk, Amsterdam	59
5.3.1	Suboptimaal functioneren van het systeem	59
5.3.2	Verkeerde aansluiting	59
5.4	Wageningen, Noordwest	59
5.4.1	Controle aansluitingen n.a.v. incidenten project Leidsche Rijn	59
5.4.2	Overige resultaten inspectie locatie Noordwest Wageningen	60
5.5	Buitenhof, Druten	60
<b>6</b>	<b>Discussie</b>	<b>61</b>
6.1	Inleiding	61
6.2	Volksgezondheid	61
6.3	Milieu	63
6.4	Klant	65
6.5	Ervaringen en incidenten	68
<b>7</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>73</b>
7.1	Conclusies volksgezondheidsaspecten	73
7.2	Conclusies milieuaspecten	73
7.3	Conclusies klantenaspecten	74

7.4	Samenvatting conclusies	75
7.5	Aanbevelingen	76
<b>8</b>	<b>Referenties</b>	<b>78</b>
<b>9</b>	<b>Overzicht Bijlagenrapporten</b>	<b>80</b>
<b>I</b>	<b>Overzicht meetprogramma</b>	<b>81</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding en doel onderzoek

Momenteel verkeert de toepassing van twee waterkwaliteiten in huishoudens in het stadium van 'proeven op praktijkschaal'. Er zijn inmiddels wijken met duizenden woningen gebouwd die in principe van huishoudwater (kunnen) worden voorzien, maar inzicht in nut, risico's en wettelijke kaders is nog in ontwikkeling. In haar beleid om goed aan te sluiten bij de praktijk en te kunnen beschikken over ervaringsgegevens, heeft het Ministerie van VROM samen met VROM Inspectie en het RIVM in 1999 zes proefprojecten met huishoudwater aangewezen. Om te kunnen voldoen aan de noodzakelijke informatiebehoefte is het project 'Beleidsonderbouwende monitoring huishoudwater' opgestart waarin de voorbeeldprojecten gedurende de periode mei 2001 tot en met augustus 2002 zijn gevolgd. De resultaten van dit monitoringonderzoek, die in dit rapport zijn beschreven, dienen als basis voor een beleidsmatige beoordeling van de toepassing van huishoudwater en de inbedding van huishoudwater in de Nederlandse wetgeving.

## 1.2 Definitie en beleidsstandpunt

Huishoudwater wordt door middel van collectieve systemen via leidingen geleverd aan huishoudens, is van mindere kwaliteit dan drinkwater en is bestemd voor laagwaardige toepassingen [1]. Hierbij moet met name worden gedacht aan toepassing voor toiletspoeling, de wasmachine en/of de buitenkraan.

Uit het beleidsstandpunt van de Minister van VROM [1] blijkt dat toepassing van huishoudwater in de huishoudelijke sfeer niet zonder risico's is. Deze conclusie is o.a. gebaseerd op onderzoek dat het RIVM in 1997 heeft uitgevoerd naar de gezondheidsrisico's door blootstelling aan ziekteverwekkende micro-organismen bij het gebruik van huishoudwater [2]. Het RIVM stelt in de eerste plaats vast dat het risico van blootstelling aan chemische stoffen klein is voor de consument. Bij de risicoberekeningen voor drinkwater wordt uitgegaan van langdurige blootstelling, consumptie van 2 liter per dag en het optreden van effecten op de lange termijn. De blootstelling aan huishoudwater is hiervoor te gering. Daarnaast blijkt dat de belangrijkste risicofactor voor de consument de blootstelling is aan ziekteverwekkende micro-organismen. De blootstelling aan deze micro-organismen kan plaatsvinden door direct contact van huishoudwater met de huid (huidinfecties) of na verneveling via de longen en/of het maagdarmkanaal waarbij de gevormde waterdruppels worden ingenomen via neus en mond. Uit een risicoanalyse blijkt dat de gezondheidsrisico's bij het gebruik van wasmachine, toiletspoeling en buitenkraan niet verwaarloosbaar zijn. Het grootste risico is aanwezig bij de toepassing van huishoudwater voor de buitenkraan vanwege het bewust of onbewust verkeerd gebruik. Om echter te komen tot een verantwoorde uitspraak over de toelaatbaarheid van deze toepassing en andere toepassingen (wasmachine, toiletspoeling) is nader onderzoek noodzakelijk. Dat geldt met name voor de blootstelling aan ziekteverwekkende micro-organismen via aërosolen omdat hiervoor door het RIVM

een ruwe schatting is gemaakt. Naast de onzekerheid over volksgezondheidsaspecten spelen esthetische aspecten en tevens aspecten als milieurendement, kosten, duurzaamheid en maatschappelijk draagvlak een belangrijke rol.

Voor het bepalen van de haalbaarheid van de diverse mogelijkheden van huishoudwater zijn ervaringscijfers noodzakelijk, vandaar dat zes proefprojecten zijn geselecteerd voor intensieve monitoring. Volgens de Minister van VROM moeten de in deze proefprojecten te genereren onderzoeks- en ervaringsresultaten, in combinatie met resultaten van ander onderzoek naar de effecten van huishoudwater, leiden tot definitieve beleidsformulering en het opnemen van kwaliteitseisen in de regelgeving. Vooralsnog moet huishoudwater voldoen aan de algemene, in artikel 4, eerste lid, van het Waterleidingbesluit [13] opgenomen eis dat het ter beschikking gestelde water geen micro-organismen, parasieten of stoffen bevat in aantallen per volume-eenheid of concentraties die nadelige gevolgen kunnen hebben voor de volksgezondheid. Huishoudwater behoeft niet aan de kwaliteitseisen voor drinkwater uit Bijlage A van het Waterleidingbesluit te voldoen indien wordt voldaan aan de voorwaarde dat de kwaliteit van het huishoudwater niet van invloed is op de gezondheid van de betrokken gebruikers.

De aannames in het hiervoor genoemde RIVM-rapport [2] met betrekking tot de blootstelling van de gebruikers van huishoudwater aan micro-organismen via aërosolen, die ontstaan bij het gebruik op verschillende typen tappunten, zijn in 1999 door Kiwa nader onderzocht [12]. Onderzoek naar de werkelijke blootstelling aan indicatororganismen via aërosolen bij toiletgebruik, het sproeien vanuit de buitenaansluiting, het drogen van kleding in wasdrogers en via contact met de natte was heeft geleid tot kwaliteitsrichtlijnen voor huishoudwater waarbij het infectierisico via huishoudwater verwaarloosbaar is (infectierisico  $< 10^{-4}$  per persoon per jaar). Deze kwaliteitsrichtlijnen zijn samengevat in tabel 1.1.

Tabel 1.1 Kwaliteitsrichtlijnen voor huishoudwater waarbij wordt voldaan aan het maximale infectierisico van  $10^{-4}$  per persoon per jaar

Maximaal toelaatbare concentratie in huishoudwater (aantal/l)			
<i>Cryptosporidium</i>	<i>Giardia</i>	Virus	<i>Campylobacter</i>
0,1	0,3	0,05	1,5

Deze kwaliteitsrichtlijnen zijn in dit onderzoek gebruikt om de microbiologische veiligheid van het gebruik van huishoudwater bij de verschillende proefprojecten te toetsen (zie methodebeschrijving hoofdstuk 3 en tabel 3.4).

### 1.3 Meetprogramma's

Vóór de start van dit onderzoek heeft Kiwa in opdracht van het Ministerie van VROM en in samenwerking met vertegenwoordigers van het Ministerie van VROM, VROM Inspectie (Inspectie Milieuhygiëne), RIVM, VEWIN en betrokken waterleidingbedrijven een monitoringprotocol opgesteld waarin de concrete informatiebehoefte voor de vormgeving van beleid en normstelling is vastgelegd. De informatiebehoefte richt zich op de aspecten volksgezondheid, milieu en klant. De beslissing om huishoudwater te leveren is ook afhankelijk van de kosten. Een financiële afweging in deze zal op de eerste plaats door het waterleidingbedrijf zelf



moeten worden gemaakt binnen het kader van de bedrijfsstrategie. Daarom is er voor gekozen dit aspect geen rol te laten spelen in het onderzoek.

#### *'Verplicht' meetprogramma*

De basis van het monitoringprotocol wordt gevormd door de kwaliteitsparameters en meetfrequenties die zijn weergegeven in het rapport '*Kwaliteitscontrole van huishoudwater. Meetfrequenties en kosten*' [4]. In dit rapport zijn meetprogramma's beschreven voor een verantwoorde bedrijfsvoering van huishoudwater, rekening houdend met de bron en de toepassing. Hoewel deze frequenties strikt genomen niet verplicht zijn, zijn deze wel als uitgangspunt gehanteerd.

#### *Additioneel meetprogramma*

Naast deze verplichte kwaliteitsparameters en meetfrequenties zijn additionele 'eisen' opgesteld die van belang zijn voor de onderbouwing van beleid en regelgeving.

#### *Volledig meetprogramma*

Het totale meetprogramma is te verdelen in 3 onderwerpen:

- *volksgezondheid*
- *milieu*
- *klant*

Vervolgens is nagegaan welke informatie reeds bij de zes proefprojecten wordt verzameld. Uiteindelijk is een matrix samengesteld met per proefproject aangegeven welke informatie nog aanvullend in het kader van dit onderzoek moet worden verzameld [3].

## **1.4 Onderzochte aspecten**

Voor wat betreft het gebruik van huishoudwater in relatie tot de *volksgezondheid* zijn in het kader van dit project de volgende activiteiten uitgevoerd:

- onderzoek naar de aanwezigheid van ziekteverwekkende protozoa en virussen in de grondstof en effectiviteit van de zuivering;
- onderzoek naar de bacteriologische kwaliteit van de grondstof en het eindproduct;
- onderzoek naar nagroei in het leidingnet door middel van toepassing van de biofilmmonitor en uitname van leidingsegmenten;
- onderzoek naar kans op groei van *Legionella* door middel van risicoanalyses in woningen;
- analytisch onderzoek naar chemische parameters in de grondstof en het eindproduct;
- analytisch onderzoek naar corrosieparameters en hardheidsparameters in het eindproduct.

Om de *milieuaspecten* van toepassing van huishoudwater in kaart te brengen is gebruik gemaakt van de milieugerichte LevensCyclus Analyse (LCA) zoals die is opgezet voor de benchmark van de waterleidingbedrijven verenigd in de VEWIN.

Door middel van een enquête onder ruim 500 bewoners van woningen die behoren tot vijf van de zes proefprojecten voor huishoudwater is in dit onderzoek een beeld

gevormd van het gebruik van huishoudwater in de praktijk, het effect van *voorlichting* over huishoudwater op de consument, de wensen ten aanzien van de voorlichting in de toekomst en de *klanttevredenheid*. Doel van deze enquête was om inzicht te krijgen in de eisen die moeten worden gesteld aan de voorlichting van bewoners teneinde een veilig en verantwoord gebruik van huishoudwater te bewerkstelligen. Dit onderzoek is uitbesteed aan een gespecialiseerd bureau.

De verschillende toegepaste methoden zijn in hoofdstuk 3 verder toegelicht.

## 1.5 Overige waarnemingen

Buiten het reguliere monitoringprotocol zijn er tijdens de looptijd van dit onderzoek bij verschillende proefprojecten incidenten geweest die moeten worden beschouwd als belangrijke ervaringsresultaten. Om die reden is er in hoofdstuk 5 van dit rapport uitgebreid aandacht besteed aan de beschrijving van de verschillende ervaringen met de levering van huishoudwater.

## 2 Omschrijving van de proefprojecten

### 2.1 Inleiding

Op basis van vijf keuzecriteria, te weten schaalniveau, bronnen, zuiveringstechnieken, toepassingen en stadium heeft het Ministerie van VROM zes proefprojecten met huishoudwater aangemerkt als 'voorbeeldproject' [1]. Het betreft de volgende locaties:

- de wijk Dichteren in Doetinchem;
- de wijk Buitenhof in Druten;
- de wijk Meerhoven in Eindhoven;
- de wijk Leidsche Rijn in Utrecht;
- de Waterwijk in Amsterdam (GWL-terrein);
- de wijk Noordwest in Wageningen.

Het project Waterwijk in Amsterdam is het enige van de zes proefprojecten dat niet onder de verantwoordelijkheid van een waterleidingbedrijf, maar door particulieren is opgezet en uitgevoerd. Het project is ook bekend als "GWL-terrein", de oude naam voor het terrein die nog veel wordt gebruikt.

Uiteindelijk is alleen bij de vier laatstgenoemde projecten het volledige monitoringprotocol uitgevoerd. In de wijk Buitenhof is het protocol gedeeltelijk uitgevoerd en in de wijk Dichteren is het protocol niet uitgevoerd. Het wegvallen van beide projecten heeft consequenties voor de breedte van het onderzoek. Op basis van de door VROM gehanteerde keuzecriteria voor selectie van de proefprojecten blijkt dat het wegvallen van de projecten in Doetinchem en Druten met name van invloed is op de breedte van de scope voor wat betreft het type bron en het type zuivering.

Het project in Druten onderscheidde zich door (gedeeltelijk) gebruik te maken van spoelwater als bron. Hierbij gaat het om ijzerhoudend spoelwater afkomstig van een drinkwaterzuiveringsproces. Deze bron wordt verder in geen van de andere projecten gebruikt. Het project in Doetinchem onderscheidde zich door het type zuiveringssysteem waarbij oppervlaktewater uitsluitend via infiltratie in een zandbed en drainage zou worden behandeld. Van een bodempassage is ook sprake bij het project Noordwest in Wageningen, zodat wellicht de invloed op de breedte van de scope beperkt blijft.

In dit hoofdstuk is een beknopte beschrijving opgenomen van de zes voorbeeldprojecten. Voor de locaties in Doetinchem en Druten is daarbij aangegeven waarom het protocol niet respectievelijk slechts ten dele is uitgevoerd. De in de tabellen genoemde leidingmaterialen die zijn toegepast voor de distributie van huishoudwater bezitten een Kiwa ATA productcertificaat. Dit betekent dat ze zijn getest op hun toxicologische eigenschappen conform de Inspectierichtlijn 92-04. In figuur 2.1 zijn voor vijf van de zes voorbeeldprojecten (de wijk Dichteren in Doetinchem uitgezonderd) de zuiveringsschema's voor huishoudwater weergegeven.

## 2.2 Dichteren, Doetinchem

Het project Dichteren in Doetinchem is al afgefallen voordat met het monitoringprogramma is gestart. De reden hiervoor was dat als gevolg van technische problemen met de verwijdering van ijzer uit de grondstof het met de gekozen zuiveringsmethode niet mogelijk bleek huishoudwater te bereiden. Het waterleidingbedrijf heeft daarop besloten om via het huishoudwaternet eveneens drinkwater te distribueren. Het was de bedoeling om in een later stadium, na realisatie van een andere wijk met huishoudwaterlevering, over te stappen op een andere bron voor het huishoudwater. Vanuit één pompstation zouden vervolgens beide wijken moeten worden voorzien van huishoudwater. Voor de inzet als proefproject zou dat te lang gaan duren. Bij de begeleidingscommissie bestond op dat moment het vertrouwen dat de omvang van de dataset resulterend uit de monitoring van de overige vijf projecten voldoende zou zijn voor een goede evaluatie, zodat besloten is met vijf proefprojecten door te gaan.

## 2.3 Buitenhof, Druten

naam	Buitenhof Druten
schaal	380 woningen
productie-capaciteit	24.000 m <sup>3</sup> /jaar
bron	uitgediepte en verbrede poldersloot waaraan spoelwater van het drinkwaterpompstation wordt toegevoegd na bezinking en passage van een helofytenfilter
toepassing	wasmachine + toilet + buitenkraan
zuivering	bodempassage, afgesloten deel poldersloot is voorzien van folie en drain. Opslagtank met drinkwatersuppletie bij laag niveau
distributie	Druk huishoudwaternet is altijd lager dan druk in drinkwaternet.
periode van levering	21 juni 2000 – januari 2001
opmerkingen	Door problemen met het zuiveringssysteem is de levering van huishoudwater voor dit project tijdens de duur van dit onderzoek niet op gang gekomen (zie toelichting onder tabel).

Tijdens de looptijd van dit onderzoek bleek dat door problemen met het zuiveringssysteem op de locatie Buitenhof in Druten de levering van huishoudwater al in een vroeg stadium moest worden stopgezet. Vanwege onzekerheid over de termijn waarop de levering weer zou kunnen worden hervat, is in overleg met de begeleidingscommissie besloten de monitoring voor dit project stop te zetten. Wel is besloten om te rapporteren over de reeds opgedane ervaringen met het project, waaronder de enquête naar klantenvoorlichting onder de bewoners. Daarnaast is besloten om een deel van de microbiologische bepalingen gericht op effectiviteit van de zuivering door bodempassage (bacteriofagen) plaats te laten vinden bij de huishoudwaterlevering in de wijk Noordwest in Wageningen, zodat daarover mogelijk toch uitspraken gedaan kunnen worden. In de wijk Noordwest is ook sprake van bodempassage van een deel van de grondstof.

## 2.4 Meerhoven, Eindhoven

naam	Meerhoven Eindhoven
schaal	812 woningen uit te breiden tot 1.200 woningen (pilot) 7.000 woningen + industriewater (eind)
productie- capaciteit	bij start 80.000 m <sup>3</sup> /jaar geprojecteerd 800.000 m <sup>3</sup> /jaar
bron	oppervlaktewater Beatrixkanaal
toepassing	wasmachine + toilet
zuivering	KMnO <sub>4</sub> (kaliumpermanganaat) + membraanfiltratie (ultrafiltratie). Vanaf november 2001 is de zuivering uitgebreid met actieve-koolfiltratie.
distributie	sternet, tweezijdig gevoede distributiering met aftakkingen, druk 80 kPa. Toegepaste leidingdiameters: 25, 40, 63 en 110 mm. Leidingmateriaal PVC. In de woningen is zowel kunststof (PE) als koper toegepast als leidingmateriaal voor distributie van huishoudwater
periode van levering	10 april 2001 - 9 oktober 2002
opmerkingen	- De bron voor het huishoudwater is vanaf maart 1999 geanalyseerd. - Het project is inmiddels stopgezet. In de huizen wordt alleen nog drinkwater geleverd. De watermeter voor huishoudwater zal worden verwijderd. Het huishoudwaternet zal worden afgekoppeld.

## 2.5 Leidsche Rijn, Utrecht

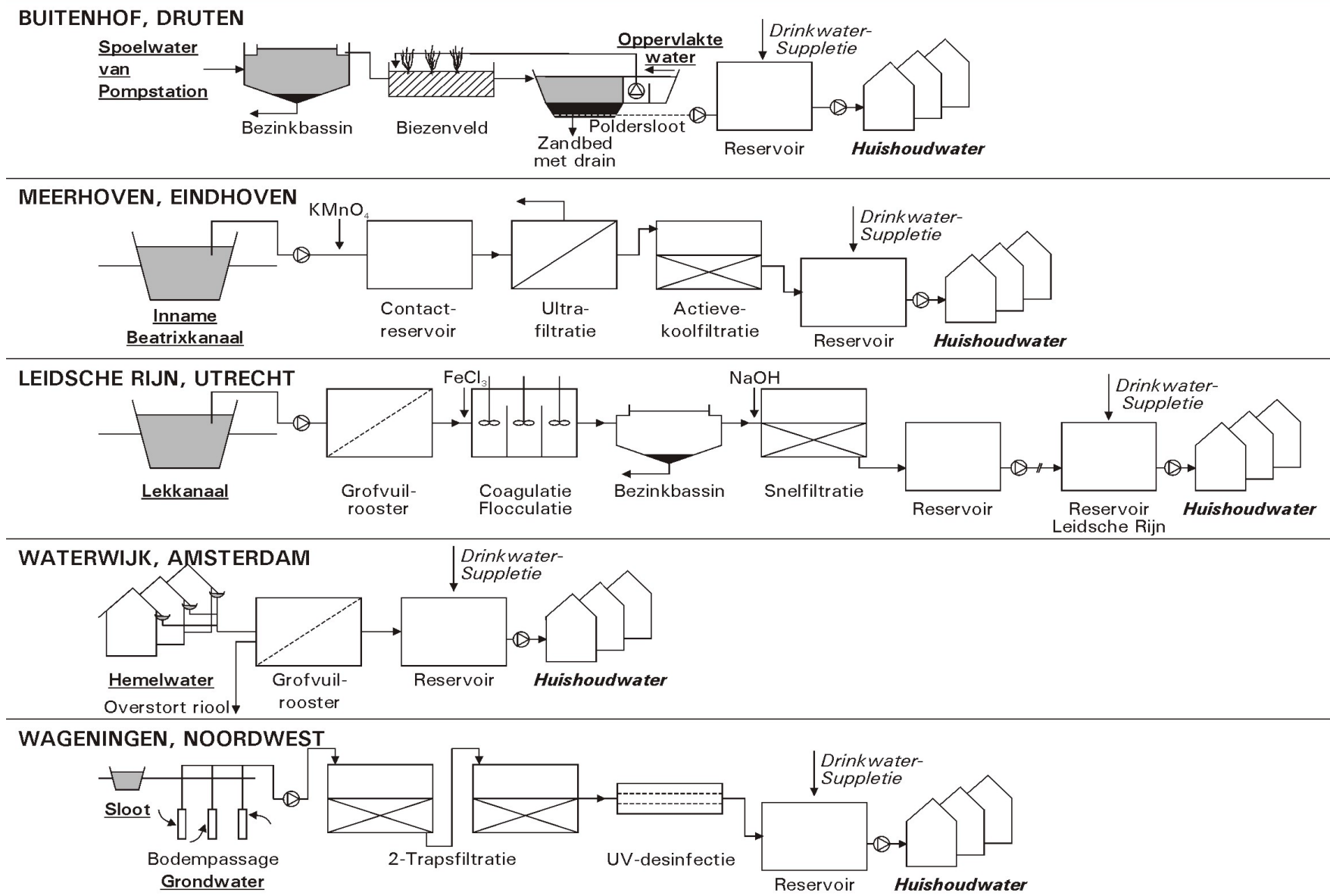
naam	Leidsche Rijn Utrecht
schaal	400 woningen(pilot) 30.000 woningen (eind)
productie- capaciteit	n.v.t. in verband met gebruik halffabrikaat
bron	halffabrikaat WRK (oppervlaktewater uit het Lekkanaal)
toepassing	wasmachine + toilet + buitenkraan
zuivering	(zuivering waterwinstation ir. Cornelis Biemond WRK Nieuwegein) grofvuilrooster coagulatie met gem. 3 mg/l ijzer(III)chloride flocculatie van gevormde ijzervlokken sedimentatie van de ijzervlokken pH-correctie door dosering van natronloog snelfiltratie opslag met eventueel chloorbleekloogdosering.
distributie	Deels vertakt, ook ringleidingen waarin d.m.v. afsluiters de stroomrichting kan worden bepaald. Hoofdnet tot en met diameter 160 mm. In de woningen is kunststof (PE) toegepast als leidingmateriaal voor distributie van huishoudwater
periode van levering	begin 1999 - december 2001
opmerkingen	- De bron, het Lekkanaal, wordt regulier door de WRK geanalyseerd. - Het eindproduct van de zuivering WRK en het huishoudwater af tap zijn vanaf begin 1999 geanalyseerd. - Levering onderbroken i.v.m. een tweetal incidenten in december 2001 en januari 2002. Vanaf dat moment levering drinkwater via het huishoudwaternet.

## 2.6 Waterwijk, Amsterdam

naam	Waterwijk Amsterdam
schaal	240 woningen
productie-capaciteit	n.v.t.
bron	hemelwater
toepassing	toilet
zuivering	buisfilter (180 µm), opslag in buffervaten en bijmenging van drinkwater
distributie	12 woonblokken met gemiddeld zo'n 20 huishoudens per woonblok; per blok (centraal) inzameling van regenwater In de woningen is kunststof (PE) toegepast als leidingmateriaal voor distributie van huishoudwater
periode van levering	1998 - heden
opmerkingen	- Tot de start van dit project zijn er geen metingen uitgevoerd betreffende de kwaliteit van het huishoudwater.

## 2.7 Wageningen, Noordwest

naam	Wageningen wijk Noordwest
schaal	162 woningen hebben een aansluiting
productie-capaciteit	6 m <sup>3</sup> /uur
bron	deels grondwater en deels oppervlaktewater uit een kleine sloot via bodempassage
toepassing	wasmachine + toilet + buitenkraan
zuivering	2 traps zandfiltratie gevolgd door een UV-behandeling
distributie	In de woningen is kunststof (PE) toegepast als leidingmateriaal voor distributie van huishoudwater
periode van levering	mei 2000 - heden
opmerkingen	- Ontmangling is opgestart met kaliumpermanganaat. Dosering kon begin 2001 worden stopgezet. - Uit onderzoek naar het aandeel grondwater en oppervlaktewater in de totale onttrekking blijkt dat in de gemiddelde hydrologische situatie 28 % van de onttrekking oppervlaktewater is en 72 % grondwater. Afhankelijk van het peil in de sloot kan het percentage oppervlaktewater variëren van 15 % bij laag peil tot 32 % bij hoog peil [16].



Figuur 2.1 Zuiveringsschema's van proefprojecten huishoudwater

# 3 Onderzoeksopzet en toegepaste methoden

## 3.1 Algemene onderzoeksopzet

Uitgaande van het gedetailleerde monitoringprotocol in bijlage 1 zijn in de tabellen 3.1 tot en met 3.3 overzichten gegeven van de verschillende parameters die zijn onderzocht met betrekking tot de onderwerpen volksgezondheid, milieu en klant. Hierbij moet het volgende worden opgemerkt:

- Een aantal parameters is uit pragmatische of kostenoverwegingen niet bij alle proefprojecten gemeten.
- In een aantal gevallen is bij de afzonderlijke proefprojecten een andere meetfrequentie gebruikt.
- In een aantal gevallen is bij projecten gebruik gemaakt van reeds bestaande data, zodat de datum van meting buiten de periode van dit onderzoek valt.
- Omdat bij geen van de proefprojecten chemische desinfectie plaatsvindt, zijn parameters die hiermee verband houden (desinfectiemiddelen zelf en desinfectieevenproducten) niet gemeten.

Tabel 3.1 Overzicht van de parameters die zijn geanalyseerd in het monitoringprogramma met betrekking tot het onderwerp 'volksgezondheid'

b = bron; e = effluent zuivering huishoudwater; t = af tap, huishoudwater in het distributienet

Volksgezondheidsparameters	Analysemethode
Pathogenen (b)	
• <i>Cryptosporidium</i> / <i>Giardia</i>	zie par.3.2.1
• Enterovirussen	zie par.3.2.1
• Reovirussen	zie par.3.2.1
• Norwalk-like virussen	zie par.3.2.1
• Rotavirussen	zie par.3.2.1
• Somatische fagen (b, e), indicator effectiviteit zuivering voor verwijdering van virussen	zie par.3.2.1
• F-specifieke fagen (b, e) indicator effectiviteit zuivering voor verwijdering van virussen	zie par.3.2.1
• <i>Campylobacter</i>	zie par.3.2.1
Model micro-organismen (b, e, t)	
• <i>E. Coli</i> / thermotolerante <i>Coli</i>	NEN 6553
• Fecale <i>Streptococci</i>	NEN 6274
• Sporen van sulfietreducerende <i>Clostridia</i>	NEN 6567
Risicoanalyse <i>Legionella</i>	zie par. 3.2.2
Leidingsegmenten	zie par. 3.2.2
Biofilmmonitoring (t)	zie par. 3.2.2
• ATP	LMB-002
• AOC	NEN 6271
• TDC	LMB-013
• Koloniegetal 22 °C	NEN 6560
• Koloniegetal 37 °C	NEN 6550
• <i>Aeromonas</i>	NEN 6263
• <i>Legionella</i>	NEN 6265



Toxische stoffen (b, e):	zie par. 3.2.3.
• <i>arseen</i>	grafietoven AAS
• <i>cadmium</i>	NEN 6426
• <i>cyaniden</i>	NEN 6655
• <i>kwik</i>	NEN 6426
• <i>nikkel</i>	NEN 6426
• <i>lood</i>	NEN 6426
• <i>seleen</i>	hydride generatieAAS
• <i>zink</i>	NEN 6426
• <i>pesticiden</i>	NEN 5734
• <i>pesticiden (individueel)</i>	NEN 5734
• <i>PAK's</i>	NVN 5731
• <i>PCB's</i>	NEN 5734
• <i>benzeen</i>	NEN 5732
• <i>koper</i>	NEN 6426
• <i>EOX</i>	NEN6402
Ziektegevallen door huishoudwater	
Onderbreking levering	
Kruisverbindingen binneninstallatie	
Percentage huizen oneigenlijk gebruik	
Parameters corrosie (e, t):	
• <i>zuurgraad</i>	NEN 6411
• <i>temperatuur</i>	NEN 6414
• <i>waterstofcarbonaat</i>	NEN 6532
• <i>sulfaat</i>	ISO 10.340-1
• <i>chloride</i>	NEN 6651
• <i>EGV</i>	-
• <i>calcium</i>	divers

Tabel 3.2 Overzicht van de parameters die zijn geanalyseerd in het monitoringprogramma met betrekking tot het onderwerp 'Milieu'

<b>Milieuparameters</b>
Waterverbruik wasmachine, toilet, buitenkraan
Verbruik huishoudwater en drinkwater in de wijk
Verbruik water in spuiprogramma's van proefwijk en referentiewijk
Omvang winning en herkomst grondwater voor en na levering van huishoudwater
Verbruik chemicaliën bij levering huishoudwater en drinkwater en bij levering van alleen drinkwater
Energieverbruik bij productie huishoudwater en drinkwater en bij productie van alleen drinkwater
Afvalstromen huishoudwaterplant en drinkwaterplant
Soort en hoeveelheid materiaal dat gebruikt is bij aanleg huishoudwaternet
Samenstelling spoelwater bij productie huishoudwater en drinkwater en bij productie van alleen drinkwater
Concentratie verontreinigingen in milieu (zie toxische stoffen volksgezondheidsparameters)

Tabel 3.3 Overzicht van de parameters die zijn geanalyseerd in het monitoringprogramma met betrekking tot het onderwerp 'Klant'

t = af tap, huishoudwater in het distributienet

Klant-parameters	
Voorlichtingsbehoefte	
Esthetische parameters (t)	
• ijzer	NEN 6426
• mangaan	NEN 6426
Inventarisatie klachten	
Acceptabele duur van onderbreking volgens klant	

De analyse van chemische en microbiologische parameters is grotendeels uitgevoerd door de drinkwaterlaboratoria die aan de deelnemende waterbedrijven zijn gelieerd. De monsters afkomstig uit de Waterwijk in Amsterdam zijn geanalyseerd door het laboratorium van Kiwa Water Research te Nieuwegein.

De volgende analyses zijn niet door de waterleidinglaboratoria uitgevoerd:

- Analyses van *Campylobacter*, *Giardia*, *Cryptosporidium* en het pakket analyses behorende bij biofilmmonitoring is uitgevoerd door het laboratorium van Kiwa Water Research;
- Analyses van virussen en fagen zijn uitgevoerd door het laboratorium voor Microbiologische Gezondheidsbescherming (MGB) van het RIVM.

### 3.2 Kwaliteitsaspecten

Bij de beoordeling van de microbiologische risico's van de levering van huishoudwater wordt onderscheid gemaakt in:

- **microbiologische veiligheid:** hoe groot is het risico van het gebruik van een ruwwaterbron waarin ziekteverwekkende micro-organismen voorkomen (bijv. oppervlaktewater)?
- **microbiologische activiteit:** welke problemen kunnen ontstaan bij opslag en transport van het huishoudwater als gevolg van overmatige bacteriegroei? Bijvoorbeeld nagroei van ziekteverwekkende micro-organismen, maar ook het ontstaan van technische en esthetische problemen.

Beide aspecten zijn besproken in paragraaf 3.2.1 respectievelijk paragraaf 3.2.2. Er is uiteengezet hoe deze aspecten bij drinkwater worden beoordeeld en hoe dit voor huishoudwater is gedaan.

In paragraaf 3.2.3 en 3.2.4. is aandacht besteed aan de methoden voor de bepaling en beoordeling van de chemische parameters en de corrosie- en hardheidsparameters.

#### 3.2.1 Microbiologische veiligheid

Oppervlaktewater dat wordt gebruikt als bron voor drinkwater of huishoudwater bevat een grote verscheidenheid aan ziekteverwekkende micro-organismen. Dit betreft met name organismen die het maag-darmkanaal kunnen infecteren. Wanneer deze micro-organismen onvoldoende door de zuivering zijn verwijderd, kan de consument aan een te hoge concentratie van deze micro-organismen worden blootgesteld. Het gaat om verschillende virussoorten (rotavirus, Norwalk-virussen,

Hepatitis), ziekteverwekkende protozoën (*Cryptosporidium*, *Giardia*) en ziekteverwekkende bacteriën (*Campylobacter*, *Salmonella*).

Recent is in het nieuwe Nederlandse Waterleidingbesluit (2001) voorgeschreven dat de Waterleidingbedrijven met een kwantitatieve risicoanalyse moeten kunnen aantonen dat het geproduceerde drinkwater voldoet aan een jaarlijks geaccepteerd infectierisiconiveau van  $10^{-4}$  (1 infectie op de 10.000 consumenten). De maximaal toelaatbare gemiddelde concentraties in drinkwater (MTGC) die bij dit risiconiveau horen, zijn vermeld in tabel 3.4. De basis voor een kwantitatieve risicoanalyse zoals vereist volgens het Waterleidingbesluit vormen kwantitatieve gegevens over de concentraties ziekteverwekkers in de grondstof en over de mate waarin deze door de zuivering worden verwijderd.

Tabel 3.4 De Maximaal Toelaatbare Gemiddelde Concentraties (MTGC) van ziekteverwekkende micro-organismen in drinkwater en huishoudwater bij een jaarlijks infectierisiconiveau van  $10^{-4}$  en een hoeveelheid water waarin de organismen niet mogen worden aangetroffen

	Drinkwater <sup>a</sup>		Huishoudwater <sup>b</sup>	
	MTGC (n/l)	Afwezig in (m <sup>3</sup> )	MTGC (n/l)	Afwezig in (m <sup>3</sup> )
Rotavirus	$2,2 \times 10^{-7}$	4500	0,05	0,02
Giardia	$5,5 \times 10^{-6}$	180	0,3	0,003
<i>Cryptosporidium</i>	$2,6 \times 10^{-5}$	38	0,1	0,001
<i>Campylobacter</i> <sup>c</sup>	$5,8 \times 10^{-6}$	170	1,5	0,011

<sup>a</sup>VROM, 1995; <sup>b</sup>Medema et al., 1999<sup>(a)</sup>; <sup>c</sup>Medema et al., 1996<sup>(b)</sup>

De waterleidingbedrijven die momenteel huishoudwater leveren voor toiletspoeling, wasmachine en buitenkraan hanteren hetzelfde kwantitatieve infectierisico als voor drinkwater. De grenswaarde is voor huishoudwater overgenomen met als uitgangspunt dat toepassing van huishoudwater niet mag leiden tot een verhoging van het infectierisico.

Kiwa heeft op grond van onderzoek berekend met hoeveel huishoudwater de klant in contact kan komen en, daarmee samenhangend, de concentraties ziekteverwekkers waaraan de klant kan worden blootgesteld bij de verschillende toepassingen van huishoudwater [8]. Verneveling in de lucht, waarbij een deel van de ingeademde aerosolen het maagdarmlkanaal kan bereiken, blijkt de belangrijkste blootstellingsroute te zijn. Op grond hiervan zijn de voorlopige MTGC-waarden voor huishoudwater vastgesteld die eveneens in tabel 3.4 zijn vermeld. Uit het grote verschil met de MTGC-waarden voor drinkwater blijkt dat de risico's bij deze toepassingen beduidend lager zijn dan bij directe consumptie.

### Methodebesrijving

Duidelijk is dat de vereiste concentraties ziekteverwekkende micro-organismen in drinkwater (tabel 3.4) te laag zijn om door middel van directe metingen in drinkwater te toetsen. Daarom wordt veelal gebruikt gemaakt van indicatorparameters om de mate van verwijdering bij zuiveringsprocessen te kunnen kwantificeren. Voor de verwijdering van de virussen kunnen bacteriofagen (bacterievirussen) worden gebruikt. Zowel de F-specifieke RNA-fagen als de somatische colifagen komen hiervoor in aanmerking. Voor de verwijdering van *Giardia* en *Cryptosporidium* zijn de spo-

ren van *Clostridium perfringens* en de sporen van sulfietreducerende clostridia als indicatorparameters gebruikt. De verwijdering van Coli44 kan worden beschouwd als maatgevend voor de verwijdering van ziekteverwekkende bacteriën als *Campylobacter*.

De concentraties van deze indicatorparameters zijn na de eerste zuiveringsprocessen veelal gedaald tot beneden de normwaarde voor drinkwater bepaald met de standaard analysetechniek. Met de standaardbepalingen voor indicatorbacteriën waarbij een volume van in de regel 100 ml wordt onderzocht kan slechts een verwijdering van 2 tot 3 log worden aangetoond. Daarom zijn meetmethoden ontwikkeld om grote volumes te kunnen onderzoeken, voor virussen en fagen en voor indicatorbacteriën.

Voor de bepaling van Norwalk-like calicivirussen in water is een nieuwe moleculaire techniek gebruikt waarmee RNA-bevattende deeltjes van deze groep virussen kunnen worden bepaald. Er is op dit moment nog onvoldoende kennis voorhanden om de moleculaire gegevens over deze nieuwe groep van virussen te vertalen naar een infectierisico voor de consument. Om de meetresultaten toch te kunnen beoordelen is een evaluatie uitgevoerd op basis van de aanwezige kennis over de verhouding tussen de met de methode gemeten RNA-bevattende deeltjes en infectieuze virussen voor het poliovirus en over de dosis/respons-gegevens voor het rotavirus.

De microbiologische veiligheid van huishoudwater is beoordeeld op basis van de hierboven beschreven methoden. In tabel 3.5 zijn de opeenvolgende stappen in de beoordeling beschreven.

Als onderdeel van het monitoringprogramma is 6 maal de concentratie ziekteverwekkende micro-organismen in de bron bepaald. Met een intensiever meetprogramma van fecale indicatorbacteriën voor en na de behandeling is de Decimale Eliminatie Capaciteit (DEC) van de zuivering berekend.

Tabel 3.5 De opeenvolgende stappen van de beoordeling van de microbiologische veiligheid van de huishoudwaterprojecten

Stap	
1	Metingen in grondstof en berekening vereiste Decimale Eliminatie Capaciteit ( $DEC_{vereist}$ )
2	Bepaling van de DEC van de zuivering
3	Kwantitatieve en kwalitatieve beoordeling van de projecten: - worden de MTGC waarden gehaald - zo ja met welke veiligheidsmarge <sup>a</sup>

<sup>a</sup> verschil tussen de gemiddelde concentratie pathogenen en de MTGC-waarde

Met deze gegevens werd per locatie de veiligheid geëvalueerd door de vereiste verwijdering of decimale eliminatiecapaciteit (DEC) te vergelijken met de DEC van de zuivering voor de indicatorparameter van het betreffende ziekteverwekkende micro-organisme. Beide waarden zijn berekend met de volgende formules:

$$DEC_{vereist} = \text{Log} \frac{\bar{C}_{RuW}}{\bar{C}_{MTGC}} \leq DEC_{zuivering} = \text{Log}_{10} \frac{\bar{C}_{RuW}}{\bar{C}_{Huishoudwater}}$$

waarin  $\bar{C}$  de gemiddelde (rekenkundig) concentratie is,  $\bar{C}_{MTGC}$  de maximaal toelaatbare gemiddelde concentratie in het huishoudwater.

### 3.2.2 Microbiologische activiteit

Het overgrote deel van de in (drink)water voorkomende micro-organismen is onschadelijk voor de volksgezondheid. Groei van deze micro-organismen kan aanleiding geven tot de vorming van biomassa in het leidingnet, dat zich meestal manifesteert als een biofilm op de leidingwand. Overmatige vorming van biofilm kan vervolgens leiden tot vermeerdering van in water voorkomende ziekteverwekkers als *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella*, *Mycobacterium* en schimmels. De gezondheidsrisico's van deze ziekteverwekkers ontstaan na blootstelling via de huid of na inademing van in de lucht verneveld water (aërosolen).

Vervuiling van watersystemen met biomassa kan ook leiden tot problemen van esthetische en technische aard zoals bruin water (in combinatie met ijzer en sediment), reuk- en smaakklachten, vermeerdering van dierlijke organismen en verstopping van leidingen.

#### **Microbiologische kwaliteit van drinkwater: nagroei**

Ter controle van de microbiologische kwaliteit van drinkwater tijdens distributie en opslag wordt het koloniegetal bepaald. Dit is een kweekmethode bij 22°C en voor deze parameter is in het Waterleidingbesluit een norm opgenomen van 100 kve/ml als geometrisch jaargemiddelde. Verhoogde waarden wijzen in de regel op nagroei. De aanwezigheid van hoge aantallen *Aeromonas*-bacteriën in water wijst op verhoogde biologische activiteit in het distributiegebied. Ook voor dit micro-organisme is in het Waterleidingbesluit een norm geformuleerd om nagroei te beperken van 1.000 kve/100 ml.

#### **Groeibevorderende eigenschappen van water: methoden en referentiewaarden**

De aanwezigheid van afbreekbare stoffen in water leidt tot groei van bacteriën. Afbreekbare stoffen kunnen afkomstig zijn uit het ruwe water, maar kunnen ook afkomstig zijn uit bepaalde leidingmaterialen. Diverse methoden zijn beschikbaar voor het bepalen van de mate waarin bacteriegroei in water kan optreden.

- Het gehalte gemakkelijk afbreekbare organische koolstof (AOC) wordt bepaald door het meten van de groei van enkele geselecteerde bacterietypen in watermonsters waarin de van nature aanwezige bacteriën zijn gedood. Het AOC-gehalte wordt berekend uit het maximum groeiniveau van deze geselecteerde bacteriën. Dit gehalte wordt uitgedrukt in microgrammen acetaat-C equivalenten per liter.
- De biofilmvormingssnelheid (BVS) van leidingwater wordt gemeten met behulp van een zogenoemde biofilmmonitor. De biofilmmonitor bestaat uit een verticaal opgestelde glazen kolom gevuld met op elkaar geplaatste glazen ringen, die met een constante snelheid wordt doorstroomd. Periodiek wordt de hoeveelheid biomassa die is gevormd op de glazen ringen gemeten (met behulp van de bepaling van het gehalte aan adenosinetrifosfaat (ATP)). De biofilmvormingssnelheid (BVS, pg ATP/cm<sup>2</sup>-dag) is gedefinieerd als de lineaire toename van het ATP-gehalte van de biofilm als functie van de tijd;
- Snelheid van afzetting van ijzer en mangaan. Uit de toename van het gehalte ijzer respectievelijk mangaan op de ringen (mits aantoonbaar) kan de ijzerafzettingssnelheid (FeAS, mg Fe/m<sup>2</sup>-dag) respectievelijk de mangaanafzettingssnelheid (MnAS, mg Mn/m<sup>2</sup>-dag) worden berekend.

- De biofilmconcentratie op het inwendige oppervlak van waterleidingen kan worden bepaald door een leidingsegment te isoleren en uit te nemen. Vervolgens kan de biomassa van een gedefinieerd oppervlak worden verwijderd en na analyse (ATP) kan de biofilmconcentratie worden berekend.

Bovengenoemde methoden zijn ontwikkeld en toegepast in het kader van diverse onderzoeken naar de oorzaken van het optreden van vermeerdering van bacteriën in drinkwater. Als referentie bij de beoordeling van de groeibevorderende eigenschappen van huishoudwater zijn in tabel 3.6 de waarden van de belangrijkste kengetallen voor de drinkwater in Nederland weergegeven. Hierbij gaat het om de 10-, 50- en 90-percentiel respectievelijk het richtniveau voor drinkwater.

Tabel 3.6 De waarden van een aantal microbiologische parameters voor de drinkwatersituatie in Nederland

Parameter	Eenheid	P10	P50	P90	Criteria voor drinkwater
Koloniegetal 22°C <sup>a</sup>	kve/ml	5,6	30	216	100
<i>Aeromonas</i>	kve/100 ml	<1	<1	11	1000
ATP <sup>a</sup>	ng/l	1,9	4,7	11,9	< 10 <sup>b</sup>
AOC <sup>a</sup>	µg acetaat-C eq/l	4,0	8,2	36,5	<10-15
Biofilmmonitor parameters:					
BVS	pg ATP/(cm <sup>2</sup> .dag)	0,6	10	39,9	< 10 <sup>b</sup>
FeAs	mg Fe/(m <sup>2</sup> .dag)	0,03	0,63	3,81	< 1 <sup>b</sup>
MnAS	mg Mn/(m <sup>2</sup> .dag)	0,01	0,055	0,75	< 0,1 <sup>b</sup>
Biofilm op de buiswand	pg ATP/cm <sup>2</sup>	250	600	2600	nvt

<sup>a</sup> Van der Kooij, 1992; <sup>b</sup> referentiewaarden

### Risicoanalyses Legionella

Als onderdeel van het onderzoek zijn risicoanalyses *Legionella* uitgevoerd in een aantal woningen per proefproject. Het doel van deze risicoanalyses is om situaties in woningen in kaart te brengen die mogelijk kunnen leiden tot groei van *Legionella*. Deze risicoanalyse wordt uitgevoerd op basis van risicofactoren die bepalend zijn voor de kans op groei van *Legionella* in een binneninstallatie:

- een watertemperatuur tussen 20 en 50 °C met een maximale groei in het traject van 30 tot 40 °C;
- stilstand van water;
- lange verblijftijden van water ;
- aanwezigheid van biofilm en sediment.

Bij de beoordeling van de kans op vermeerdering van *Legionella* in een woninginstallatie zijn deze risicofactoren maatgevend. De temperatuur van het water is daarbij van doorslaggevende betekenis. Nadat groei van *Legionella* in een installatie is opgetreden, kan blootstelling aan de bacterie alleen plaatsvinden door verneveling van water aan een tappunt waarbij aërosolen worden gevormd. Aërosolen zijn in lucht gedispergeerde waterdruppeltjes met een diameter van 1 tot 10 micrometer. Aërosolvorming van huishoudwater in woninginstallaties is met name relevant bij het gebruik van de buitenkraan waarbij het water wordt verneveld.

### 3.2.3 Chemische parameters

Uit de inventarisatie van gezondheidsrisico's van het gebruik van huishoudwater door het RIVM in 1997 [2] 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 inname van water beperkt zal zijn. Bij het vaststellen van de drinkwaternormen is daarentegen uitgegaan van een inname 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 gewijzigde normen voorgesteld voor huishoudwater gebaseerd op een milieugrondslag voor zware metalen en een ethische grondslag voor organische microverontreinigingen. In tabel 3.7 is een overzicht gegeven van de door het RIVM voorgestelde normen voor huishoudwater en de normen voor drinkwater uit het Waterleidingbesluit.

Tabel 3.7 Overzicht van de normen voor chemische parameters voor drinkwater uit het Waterleidingbesluit en voor huishoudwater zoals voorgesteld door het RIVM

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>					
zware metalen					
arseen	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	-	-	-	-

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

### 3.2.4 Corrosie- en hardheidsparameters

In de afgelopen jaren 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 [9], zijn gebruikt voor de toetsing van de kwaliteit van huishoudwater aan de technische aspecten corrosie en kalkafzetting. In tabel 3.8 is een overzicht gegeven van de relevante parameters uit Mededeling 100 en het Waterleidingbesluit, 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[10]. 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 3.8 Overzicht van relevante corrosie- en hardheidsparameters

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



### 3.3 Milieu-aspecten

Bij de beoordeling van de milieuaspecten van huishoudwaterprojecten is gebruik gemaakt van de milieugegevens voor drinkwater afkomstig uit de benchmark voor de waterleidingbedrijven uitgevoerd door VEWIN [ 5]. Bij deze benchmark is gebruik gemaakt van een wegingsmethode van verschillende milieuaspecten, de zogenaamde Eco-indicator '99 methode, met een aanpassing voor verdroging. De milieubelasting wordt uitgedrukt in benchmarkpunten, waarbij geldt dat hoe meer punten, hoe slechter voor het milieu.

Deze Eco-indicatorenmethode is voor dit onderzoek ook toegepast op huishoudwater. Een nadeel is dat niet alle milieueffecten in deze methode kunnen worden meegenomen, zoals bijvoorbeeld het lozen van membraanconcentraat en de lokale verdrogingsproblematiek.

Uitgaande van deze methode en de reeds voorhanden gegevens voor drinkwater is een zo volledig mogelijk beeld geschetst van de kansen en knelpunten van de verschillende projecten. Door de in tabel 3.2 genoemde aspecten voor te leggen aan de proefprojecthouders zijn zoveel mogelijk relevante gegevens geïnventariseerd. Daar waar gegevens niet direct beschikbaar bleken, zijn schattingen gedaan op basis van de uitkomsten van eerder uitgevoerde studies.

### 3.4 Klant

#### 3.4.1 Inleiding

Het onderzoek naar de voorlichtingsbehoefte van de klant over huishoudwater is uitbesteed aan het bureau Research International. Het onderzoek is uitgevoerd door middel van telefonische computergestuurde gesprekken vanuit het Call Centre van Research International te Rotterdam. De bewoners zijn twee weken voor aanvang van het veldwerk door middel van een brief op de hoogte gesteld van het onderzoek.

#### 3.4.2 Steekproefopbouw

De proefprojecten hebben allemaal hun specifieke kenmerken, niet alleen wat betreft de bron, de manier van zuivering en de toepassingsmogelijkheden van het huishoudwater, maar ook wat betreft de mate en manier van informatievoorziening en voorlichting. Daarom zijn de bewoners van elk van de vijf proefprojecten geïnterviewd over hun wensen, behoeften en ervaringen omtrent de voorlichting over het gebruik van huishoudwater. Dit heeft als voordeel dat de effecten van de verschillende toegepaste informatievoorzieningen ten opzichte van elkaar beoordeeld konden worden.

De steekproef is aselekt getrokken. Het doel was om per proefproject netto 100 bewoners te interviewen. Door het beperkte adresmateriaal is het behalen van deze verdeling niet geheel gelukt. Het aantal ontbrekende gesprekken bij bepaalde proefprojecten is aangevuld in de andere proefprojecten. In totaal zijn er 504 interviews gerealiseerd.

De verdeling over de proefprojecten is uiteindelijk als volgt samengesteld:

Buitenhof	128
Waterwijk	54
Leidsche Rijn	129
Meerhoven	127
Noordwest	66
	<hr/>
totaal	504

Er zijn in de vragenlijst geen selectievragen opgenomen. Bij de telefonische interviews is steeds gevraagd naar de hoofdkostwinner van het huishouden of zijn/ haar partner.

De steekproef heeft een dusdanige omvang en samenstelling, dat er sprake is van een representatieve steekproef (statistisch valide onderzoeksresultaten). De bereidheid om mee te werken was bij dit onderzoek bijzonder hoog: 63%. Dit is twee maal zo hoog als gemiddeld bij telefonische enquêtes.

Mede ter bevordering van de respons van het onderzoek is voor aanvang van het onderzoek aan potentiële respondenten een vooraankondiging gestuurd.

### 3.4.3 *Veldwerk*

Voorafgaand aan het onderzoek zijn de interviewers mondeling geïnstrueerd. Het veldwerk vond plaats in de periode van 17 september tot en met 10 oktober 2001. De interviews werden 's middags en 's avonds afgenomen. De gesprekken duurden gemiddeld 15 minuten. Bij de uitvoering van het veldwerk werkt Research International volgens de richtlijnen van ESOMAR.

De enquêtevragen hadden betrekking op de volgende onderwerpen:

- achtergrondkenmerken huishouding/ woning;
- water(leiding)voorzieningen en huidig gebruik;
- voorlichting over huishoudwater;
- publiciteit over huishoudwater;
- mening over huishoudwater;
- gewenste toekomstige voorlichting;
- overige relevante sociale demografie (leeftijd, geslacht, opleiding en beroepsgroep).

De gedetailleerde opzet van het onderzoek met bijbehorende vragenlijst zijn opgenomen in bijlagenrapport 3.

### 3.4.4 *Onderzoek esthetische parameters*

Als onderdeel van het monitoringprogramma is onderzoek gedaan naar de esthetische parameters ijzer en mangaan.

# 4 Resultaten

## 4.1 Kwaliteitsaspecten

### 4.1.1 Microbiologische veiligheid

#### Meerhoven, Eindhoven

Het Beatrixkanaalwater dat als bron voor het huishoudwater wordt gebruikt bevat darmpathogenen. In de bron zijn Enterovirussen, *Cryptosporidium*, *Giardia* en *Campylobacter* aangetroffen. Op basis van de concentraties varieert de vereiste verwijdering tussen 0,3 log voor *Campylobacter* en 2,0 log voor *Giardia*. Met behulp van de indicatorbacteriën en bacteriofagen kon een Decimale Eliminatie Capaciteit (DEC) van de behandeling met ultrafiltratie worden bepaald van 4 tot 6 log. De veiligheidsmarge (verschil tussen de concentratie in het huishoudwater en de MTGC-waarde voor een infectierisiconiveau van  $10^{-4}$ ) voor de meest kritische ziekteverwekkers, de virussen, op deze locatie bedraagt 5 log en voor de andere ziekteverwekkende micro-organismen ongeveer 3 log.

#### Leidsche Rijn, Utrecht

Op basis van gegevens over ziekteverwekkende micro-organismen in het ruwe water en de verwijderingscapaciteit van de huidige zuivering kunnen de voorlopig gestelde richtlijnen voor enterovirussen, *Cryptosporidium* en *Giardia* en *Campylobacter* in huishoudwater worden gehaald. De veiligheidsmarge voor de verschillende ziekteverwekkende micro-organismen is echter gering (0,4 tot 1,3 log).

De gemiddelde concentratie voor Norwalk-like calicivirussen in het Lekkanaal is veel hoger dan voor de overige pathogenen. Na berekening blijkt het aantal infectieuze Norwalk-like calicivirussen in het huishoudwater ongeveer 1,7 per liter, en dat is ongeveer 30 keer hoger dan de maximaal toelaatbare gemiddelde concentratie.

#### Waterwijk, Amsterdam

Het huishoudwater op deze locatie is fecaal besmet. Dit blijkt uit de aanwezigheid van indicatorbacteriën waarvan de concentraties sterk variëren. In het regenwater zijn voor menging met drinkwater (Oö)cysten van *Giardia* en *Cryptosporidium* aangetroffen. *Campylobacter*bacteriën zijn daarentegen niet aangetroffen in dit water. De enige "barrière" tegen micro-organismen in de zuivering is een opmenging met drinkwater. Bij veel regenval en grote hoeveelheden vogels in de directe omgeving bestaat de kans dat de voorlopige normen voor deze ziekteverwekkende micro-organismen in huishoudwater worden overschreden.

#### Wageningen, Noordwest

Het huishoudwater dat op deze locatie wordt geproduceerd uit een mengsel van oppervlaktewater uit een kleine sloot en grondwater is microbiologisch veilig. In het slootwater zijn geen virussen aangetroffen en het aantal *Campylobacter*bacteriën is laag. Het opgepompte water bevat na de bodempassage lage concentraties micro-organismen van fecale herkomst. Er is op basis van de normen voor huishoudwater en de verzamelde gegevens geen verdere verwijdering door de zuivering vereist.

#### 4.1.2 *Biologische stabiliteit en nagroei*

##### **Meerhoven, Eindhoven**

Het huishoudwater is niet biologisch stabiel. Deze conclusie is gebaseerd op de volgende bevindingen waarbij de resultaten vergeleken zijn met gegevens over drinkwater in Nederland :

- Het AOC-gehalte (tot 50 µg ac-C/l) en het ATP-gehalte (tot 500 ng ATP/l) van het huishoudwater zijn (periodiek) relatief hoog;
- De BVS-waarde (500 pg ATP/cm<sup>2</sup>-dag) in de biofilmmonitor is hoog (drinkwater < 10 pg ATP/cm<sup>2</sup>-dag);
- De concentraties mangaan (tot ruim 1000 mg/m<sup>2</sup>) in de biofilmmonitor zijn hoog;
- De waarden van de genoemde parameters (AOC, ATP, mangaanconcentratie) fluctueren sterk net als de koloniegetallen.

Op basis van de hoge AOC-, ATP- en BVS-waarde(n) wordt nagroei in het voorzieningsgebied verwacht. Het AOC- en ATP-gehalte daalde tijdens distributie. Op grond van de koloniegetallen kon geen nagroei worden geconstateerd in het net, waarschijnlijk omdat de waarden af pompstation reeds hoog waren. De relatief hoge concentratie biofilm (3.000 pg ATP/cm<sup>2</sup>) op de binnenwand van de leidingsegmenten uit het voorzieningsgebied wijst op een intensieve microbiologische activiteit. Het onderzoek met de biofilmmonitor is uitgevoerd in de periode voordat koolfiltratie in de voorzuivering werd toegepast. Verwacht wordt, op basis van metingen elders, dat de toepassing van koolfiltratie tot een verbetering van de biologische stabiliteit van het water zal leiden.

##### *Legionella*

In het voorzieningsgebied zijn in de onderzochte periode geen *Legionella*-bacteriën waargenomen (in het water en de biofilm op de wand). De waargenomen temperaturen in het voorzieningsgebied waren beneden de 20°C. Omdat de 90-percentielwaarde rond 20°C was en bij de inspectie van een viertal woningen zelfs temperaturen van ca. 27°C zijn gemeten, kan vermeerdering van *Legionella* niet worden uitgesloten.

Op grond van de risicoanalyse in de woningen is verder aannemelijk gemaakt dat in een aantal woningen een dood leidingstuk voor huishoudwater kan worden aangetroffen. Dit ontstaat als een bewoner van een koophuis niet kiest voor een extra toilet op de eerste verdieping waarvoor de leiding al wel is aangelegd. In één woning is een verkeerde aansluiting voor huishoudwater aangetroffen. In het laatste geval betrof het een fonteintje op een toilet dat bij een verbouwing door een aannemer was aangesloten op huishoudwater.

##### *Esthetische problemen*

De hoge mangaanafzetting in de biofilmmonitor en de hypothese van mangaanproblemen in het voorzieningsgebied worden bevestigd door klachten die bij het waterleidingbedrijf zijn binnengekomen. Er werden bruine verkleuringen van wasgoed en sanitair gerapporteerd. Ook zijn er geurklachten over wasgoed en water gemeld.

De bevindingen van dit onderzoek leiden tot de conclusie dat het huiswater van deze locatie in vergelijking tot drinkwater niet biologisch stabiel is en in de toekomst dan ook aanleiding kan geven tot vervuiling van het voorzieningsgebied met daaraan gekoppeld klachten van consumenten over bruin water, geur en dierlijke organismen.

### **Leidsche Rijn, Utrecht**

Het huishoudwater op deze locatie is in vergelijking tot drinkwater redelijk biologisch stabiel is. De BVS-waarde van 1,2 pg ATP/cm<sup>2</sup>-dag is ook voor drinkwater een lage waarde en de FeAS- en MnAS-waarden in de monitor waren in vergelijking tot drinkwater eveneens laag. De koloniegetallen bij 22 en 37°C voldeden aan de drinkwaternormen.

Toch wijkt de biologische kwaliteit op een aantal punten af van drinkwaterkwaliteit en lijkt er sprake van microbiologische activiteit in het net:

- Het AOC-gehalte was gemiddeld relatief hoog (13 µg ac-C/l), hoger dan de waarde voorgesteld voor biologisch stabiel drinkwater bereid zonder ozon in de zuivering (Het gemiddelde is slechts gebaseerd op 2 waarnemingen; maximum van 24 µg ac-C/l en vraagtekens bij de lage waarde van 2,2).
- Het ATP-gehalte van 18 ng/l was hoger dan de 90-percentielwaarde van drinkwater in Nederland (8 ng/l). Waarden tot 52 ng ATP/l werden waargenomen. Dit duidt op een hoog biomassagehalte in het huishoudwater van Leidsche Rijn. Ook het hoge *Aeromonas* aantal wijst in een hoog biomassagehalte in de laatste fase van de behandeling (snelfiltratie).
- In de leidingsegmenten uit het voorzieningsgebied werden relatief hoge concentraties biofilm (gemiddeld 1.200 pg ATP/cm<sup>2</sup>) gevonden. Deze waarden waren hoger dan waarden van leidingsegmenten uit een voorzieningsgebied met drinkwater en de BVP-waarde van het huishoudwater af pompstation gemeten in dezelfde periode. Biomassaconcentraties op PE en PE-X leidingsegmenten uit het voorzieningsgebied bepaald in 1999 waren een factor 10 lager. Waarschijnlijk is er sprake van biofilmvorming.

### *Legionella*

Tijdens dit onderzoek zijn geen legionellabacteriën in het huishoudwater aangetroffen. Er is geen duidelijke verhoging van de gemiddelde watertemperatuur waargenomen. In bepaalde perioden van het jaar kan de temperatuur wel boven de 20°C stijgen (P90 = 20°C). Dit levert een risico voor vermeerdering van *Legionella* in de biofilm.

Door het ontbreken van informatie over het leidingenverloop kon de risicoanalyse van de woningen niet volledig worden uitgevoerd. Visuele waarneming en meetgegevens wijzen op plaatselijke opwarming van het huishoudwater. Dit geldt met name voor de meterkast als zich daar een warmtewisselaar van de stadsverwarming bevindt. De hoogste gemeten huishoudwatertemperatuur in een woning was 25 °C, veroorzaakt door een combinatie van opwarming in de meterkast en opwarming door een vloerverwarming. Op grond van de risicoanalyses kan vermeerdering van *Legionella* in een binneninstallatie van een woning niet worden uitgesloten.

### *Esthetische problemen*

Er zijn geen klachten met betrekking tot geur of kleur van het water bekend.

## Waterwijk, Amsterdam

Het huishoudwater op deze locatie is niet biologisch stabiel vergeleken met drinkwater. Omdat de hoeveelheid regenval fluctueert in de tijd zal dit ook gelden voor de biologische stabiliteit. Dit blijkt ook uit dit onderzoek:

- De BVS-waarde in de biofilmmonitor voorzien met huishoudwater is periodiek hoog (115 pg ATP/cm<sup>2</sup>.dag) in vergelijking met drinkwater in Nederland (drinkwater < 10 pg ATP/cm<sup>2</sup>.dag);
- De FeAS-waarde in de monitor bedroeg 1,7 mg Fe/m<sup>2</sup>.dag. In vergelijking met metingen aan drinkwater is deze FeAS-waarde hoog;
- In het voorzieningsgebied werden hoge concentraties biomassa (tot 3,1.10<sup>4</sup> pg ATP/cm<sup>2</sup>) en hoge concentraties ijzer (tot 250 mg Fe/cm<sup>2</sup>) op de binnenkant van leidingsegmenten waargenomen, waarbij het voorzieningsgebied pas relatief kort in gebruik was (aanwijzing voor snelle en sterke vervuiling van net).

### *Legionella*

In de periode van september tot en met december 2001 zijn (als onderdeel van het monitoringsonderzoek en door aanvullende onderzoek) totaal 11 monsters onderzocht, 5 monsters productwater (vanuit de opslag) en 6 monsters afkomstig van monsterpunten bij de gebruikers (toiletaansluiting). In het productwater werd twee keer *Legionella* aangetroffen. Daarnaast werd de bacterie ook op één monsterpunt bij een gebruiker aangetroffen. De concentraties varieerden van 150 tot 4.000 kolonievormende eenheden per liter. Een ander systeem (blok 17) bleek geen *Legionella* te bevatten. Het onderzoek is uitgebreid naar een derde systeem (blok 5) en ook in dit systeem is *Legionella* aangetoond in één van de 4 monsters (4.000 kve/l). De gegevens wijzen op een vermeerdering van *Legionella* in de opslagtanks: de aantallen voor transport waren in dezelfde orde van grootte als de aantallen af tap in de huizen. De temperatuur van het huishoudwater komt regelmatig boven de 20°C. Dit valt te verwachten van water dat via daken wordt opgevangen. De tanks worden nooit volledig leeg getapt; er is dus sprake van een wisselende hoeveelheid stilstaand water. Uit de inspectie van de huizen is gebleken dat de leidingen van het huishoudwater in dezelfde schachten lopen als de verwarmingsbuizen, dus ook hier is opwarming mogelijk. Er is een aantal risicodragende factoren aanwezig die verantwoordelijk zouden kunnen zijn voor de groei van *Legionella*.

Omdat dit water wordt gebruikt voor toiletspoeling, is beperkte blootstelling via aërosolvorming mogelijk. Op basis van de gegevens is door Kiwa geadviseerd om verder onderzoek naar het optreden van nagroei en de concentraties *Legionella* bacteriën uit te voeren. Inmiddels zijn er ook gegevens beschikbaar over de mate waarin *Legionella* in de lucht kan worden verspreid bij toiletspoeling (niet gepubliceerd onderzoek). Na verdere publicatie en overleg met de opdrachtgevers van dit onderzoek zullen deze gegevens worden gebruikt bij een eindbeoordeling van de *Legionella* veiligheid van dit project.

### *Esthetische aspecten*

Dit water wordt alleen voor toiletspoeling gebruikt. Er zijn voor zover bekend geen esthetische problemen waargenomen; ook niet aan het sanitair. De gebruikers geven wel aan dat de waterkwaliteit met betrekking tot kleur en troebelheid varieert.

## **Noordwest, Wageningen**

Het huishoudwater in de wijk Noordwest benadert ruwweg de microbiologische kwaliteit van drinkwater. Het water is echter niet biologisch stabiel. Deze conclusie is gebaseerd op de volgende bevindingen waarbij de resultaten vergeleken zijn met drinkwatergegevens:

- De BVS-waarde in de biofilmmonitor voorzien met huishoudwater is periodiek hoog (tot 623 pg ATP/cm<sup>2</sup>-dag);
- Er is een hoge FeAS-waarde van 6,5 mg Fe/m<sup>2</sup>-dag vastgesteld;
- In het voorzieningsgebied zijn relatief hoge concentraties biomassa (5·10<sup>3</sup> pg ATP/cm<sup>2</sup>) op de binnenkant van leidingsegmenten waargenomen.

### *Legionella*

Nagroeï van *Legionella* werd in de relatief korte tijd dat huishoudwater wordt geleverd niet geconstateerd.

Tijdens inspectie bleek in een aantal woningen de temperatuur in de meterkast hoog te zijn als gevolg van de warmte-afgifte door een warmtewisselaar van de stadsverwarming. Hierdoor kunnen zowel het huishoudwater als het drinkwater in de meterkast worden opgewarmd. Op tappunten voor huishoudwater zijn temperaturen gemeten tot 22 °C (buitenkraan). Op grond van de risicoanalyses kan vermeerdering van *Legionella* in een binneninstallatie van een woning niet worden uitgesloten. In één woning bleek tijdens de inspectie dat er een aftakking was gemaakt van de wasmachine naar een nieuw aangelegde wastafel op een zolderverdieping.

### *Esthetische aspecten*

De gebruikers zijn tevreden over het huishoudwater en geven aan dat de kwaliteit met betrekking tot kleur en geur vrij constant is. Er zijn geen klachten bekend.

## **4.1.3 Toxicologische veiligheid**

### **Meerhoven, Eindhoven**

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). Toetsing van de gehalten cadmium, nikkel en seleen in huishoudwater aan de door het RIVM voorgestelde normen voor zware metalen in huishoudwater toont aan dat voor deze metalen niet aan de norm wordt voldaan. Deze normen zijn gebaseerd op een milieugrondslag.

### **Leidsche Rijn, Utrecht**

Zowel in de grondstof als in het product huishoudwater zijn organische microverontreinigingen 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 en 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 %.

### **Waterwijk, Amsterdam**

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.

### **Noordwest, Wageningen**

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 (gem. 0,39 µg/l) 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.

## **4.1.4 Corrosie en hardheid**

### **Meerhoven, Eindhoven**

Het huishoudwater op de locatie Meerhoven heeft een lage TAC (total anorganic carbon; TAC = 1,34 mmol/l) en een hoge corrosie-index (CI = 2,56). Op grond van de lage TAC van het water zou toepassing van koperen leidingen in combinatie met messing koppelstukken voor de distributie van huishoudwater in de woning moeten worden afgeraden. Op termijn zou aantasting van deze materialen kunnen leiden tot



lekkages. De hoge corrosie-index is met name van invloed op de corrosie van ijzer en staal. Deze materialen zijn niet toegepast voor de distributie van het huishoudwater, zodat eventuele gevolgen beperkt blijven tot toepassing van deze materialen in apparaten en appendages op de tappunten.

#### **Leidsche Rijn, Utrecht**

De meeste corrosie- en hardheidsparameters voldoen aan de normen uit het Waterleidingsbesluit en de aanbevelingen uit Mededeling 100. Alleen de corrosie-index is licht verhoogd (CI = 1,37). Dit zou mogelijk aanleiding kunnen geven tot problemen voor zover ijzer en staal zijn toegepast in apparaten en appendages op de tappunten.

#### **Waterwijk, Amsterdam**

Het huishoudwater op deze locatie is minder zacht dan op basis van de grondstof hemelwater mag worden verwacht. Dit heeft waarschijnlijk te maken met de opmenging van hemelwater met drinkwater.

Daarnaast is er sprake van een grote variatie in het gehalte aan opgeloste ionen, resulterend in een elektrisch geleidingsvermogen (EGV) dat varieert tussen 29 en 650 mS/m. Hiermee wordt in sommige gevallen de norm voor het elektrisch geleidingsvermogen in het Waterleidingbesluit overschreden. Wellicht speelt hier de opname van zouten tijdens het afstromen van hemelwater over het dak een rol.

#### **Noordwest, Wageningen**

Het huishoudwater op deze locatie is niet corrosief. Bij lage temperatuur is het water kalkoplossend, maar bij hogere temperaturen zoals in de wasmachine moet rekening worden gehouden met de ongewenste afzetting van kalksteen.

## **4.2 Milieu-aspecten**

Op basis van de toepassing van de Eco-indicator methode, met een aanpassing voor verdroging, is de milieubelasting bepaald van de huishoudwaterlevering in de vijf proefprojecten. Deze milieubelasting is uitgedrukt in benchmarkpunten per kubieke meter huishoudwater. Tevens is de vergelijking gemaakt met het aantal benchmarkpunten voor drinkwater.

#### **Meerhoven, Eindhoven**

Bij de wijk Meerhoven is oppervlaktewater uit het Beatrixkanaal gezuiverd via  $\text{KMnO}_4$ -dosering, membraanfiltratie en actieve koolfiltratie. Het huishoudwater (Bqua) is bij 812 woningen geleverd voor het toilet en de wasmachine. Dit levert een besparing op van ca. 35 m<sup>3</sup> drinkwater per woning per jaar. Hier staat echter tegenover dat er een tweede leidingnet is aangelegd. Verder is er geen sprake van vermindering van de verdroging aangezien de volledige grondwaterwinning in deze regio reeds wordt benut zodat elke uitbreiding van de vraag naar leidingwater met oppervlaktewater moet worden gerealiseerd. Dit resulteert in een milieubelasting zoals weergegeven in tabel 4.1.

Er is een tweetal nadelen dat niet meeweegt in de Eco-indicator methode. Dit betreft in de eerste plaats 20% membraanconcentraat dat vrijkomt bij de zuivering en in de tweede plaats het slib uit het membraanconcentraat dat tengevolge van de  $\text{KMnO}_4$ -dosering wordt aangeduid als chemisch afval. De nadelige uitkomst voor het

huishoudwater is voornamelijk te wijten aan het hoge energieverbruik van de zuivering van 1,22 kWh/m<sup>3</sup>. Dit hoge energieverbruik komt mede door een overdimensionering van het project in de beginfase omdat rekening was gehouden met een uitbreiding van de wijk en levering van Bqua aan de industrie.

Tabel 4.1 Milieubelasting voor de levering van huishoudwater in Meerhoven, Eindhoven

productie huishoudwater	44,7 benchmarkpunten per m <sup>3</sup>
leidingnet (alleen in gebruik)	1 benchmarkpunt per m <sup>3</sup>
membraanconcentraat en slib	p.m.
<b>totaal huishoudwater Meerhoven</b>	<b>45,7 benchmarkpunten per m<sup>3</sup> + pm</b>
referentie: drinkwater Brabant Water (voormalig gebied WOB)	24 benchmarkpunten per m <sup>3</sup>

### Leidsche Rijn, Utrecht

Bij de wijk Leidsche Rijn wordt halffabrikaat afkomstig van de WRK ingezet voor toiletspoeling, wasmachine en optioneel de buitenkraan. Hiermee wordt per huishouden zo'n 44 m<sup>3</sup> drinkwater per jaar bespaard. Hierdoor wordt minder water betrokken van een grondwateronttrekking in een verdrogingsgevoelig gebied. Daar staat tegenover dat er een tweede leidingnet is aangelegd. De zuiveringsinspanning bij de WRK is echter zo laag dat ondanks de extra milieubelasting door het tweede net, de milieubelasting niet hoger is dan bij het gebruik van drinkwater (zie tabel 4.2).

Tabel 4.2 Milieubelasting voor de levering van huishoudwater in Leidsche Rijn, Utrecht

WRK water	9,6 benchmarkpunten per m <sup>3</sup>
leidingnet (ruim geschat)	≤ 5 benchmarkpunten per m <sup>3</sup>
<b>totaal huishoudwater Leidsche Rijn</b>	<b>≤ 14,6 benchmarkpunten per m<sup>3</sup></b>
referentie: drinkwater Hydron MN	24 benchmarkpunten per m <sup>3</sup>

### Waterwijk, Amsterdam

In de Waterwijk in Amsterdam wordt regenwater opgevangen op het dak. Het regenwater wordt verzameld in een bak in de kelder en vervolgens weer opgepompt om het toilet mee door te spoelen. Hiermee wordt 0 tot 8 m<sup>3</sup> drinkwater per inwoner per jaar bespaard (ongeveer 0-15%). Aangezien als grondstof voor de drinkwaterproductie oppervlaktewater wordt gebruikt is er geen sprake van verdrogingsbestrijding. Zoals blijkt uit tabel 4.3 is de milieubelasting van dit systeem gering. De bijdrage van de milieubelasting veroorzaakt door de leidingmaterialen is niet meegenomen in de beschouwing, maar is zo gering dat het geen invloed heeft op de conclusie dat het huishoudwater een lagere milieubelasting heeft dan het lokale drinkwater.

Tabel 4.3 Milieubelasting voor de levering van huishoudwater in de Waterwijk, Amsterdam

energie hemelwaterpomp (schatting)	3 benchmarkpunten per m <sup>3</sup>
<b>totaal huishoudwater Waterwijk</b>	<b>3 benchmarkpunten per m<sup>3</sup></b>
referentie: drinkwater Gemeentewaterleidingen	25 benchmarkpunten per m <sup>3</sup>

### Noordwest, Wageningen:

In de wijk Noordwest Wageningen wordt kwel/oevergrondwater opgepompt, gezuiverd en gebruikt voor toilet, wasmachine en buitenkraan. Hiermee wordt bij 162 percelen tussen de 45% en 55% drinkwater bespaard. Het drinkwater wordt geproduceerd uit grondwater afkomstig uit verdrogingsgevoelige gebieden. Voor de productie en het transport van het huishoudwater is twee maal zoveel energie nodig als voor de productie en het transport van het drinkwater. Bovendien is er extra materialenverbruik in verband met het tweede leidingnet. In Wageningen Noordwest wordt gebruik gemaakt van duurzame energie, waardoor het milieu veel minder sterk belast wordt en de andere milieuaspecten zwaarder gaan wegen (in dit geval de verdroging, die bij het gebruik van huishoudwater wordt verminderd). Dit resulteert in een gering aantal benchmarkpunten voor de levering van huishoudwater (zie tabel 4.4).

Tabel 4.4 Milieubelasting voor de levering van huishoudwater in de wijk Noordwest, Wageningen

productie /transport hhw, incl. leidingnet	2 benchmarkpunten per m <sup>3</sup>
<b>totaal huishoudwater Noordwest</b>	<b>2 benchmarkpunten per m<sup>3</sup></b>
referentie: drinkwater Vitens (voormalig gebied Nuon Water Gelderland)	16 benchmarkpunten per m <sup>3</sup> (waarvan 15 verdroging)

### Buitenhof, Druten

In de wijk Buitenhof wordt spoelwater van het drinkwaterpompstation Druten hergebruikt voor wasmachine en toiletspoeling. Met dit huishoudwater wordt tussen de 40 en 50 % drinkwater bespaard. Daar staat tegenover dat er een tweede leidingnet is aangelegd. De milieubelasting van deze huishoudwaterlevering is weergegeven in tabel 4.5.

Tabel 4.5 Milieubelasting voor de levering van huishoudwater in Buitenhof, Druten

energie huishoudwater	13,4 benchmarkpunten per m <sup>3</sup>
leidingnet huishoudwater	4,5 benchmarkpunten per m <sup>3</sup>
<b>totaal huishoudwater Buitenhof</b>	<b>17,9 benchmarkpunten per m<sup>3</sup></b>
referentie: drinkwater Vitens (voormalig gebied Waterbedrijf Gelderland)	28,2 benchmarkpunten per m <sup>3</sup>

## 4.3 Klant

### 4.3.1 Inleiding

In de paragrafen 4.3.2. tot en met 4.3.7. zijn per onderwerp de resultaten van de bewonersenquête samengevat. Een uitgebreide beschrijving van de resultaten is terug te vinden in de bijlagenrapporten 3 en 4 (zie verwijzing hoofdstuk 8). Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat de bewonersenquête heeft plaatsgevonden vóór

alle berichtgeving naar aanleiding van de incidenten in Leidsche Rijn eind 2001, begin 2002 (zie paragraaf 5.2.1).

In paragraaf 4.3.8. is kort aandacht besteed aan de (esthetische) parameters ijzer en mangaan.

#### 4.3.2 *Kennis*

Van de 504 geïnterviewde bewoners geeft 10% aan niet eerder van het begrip huishoudwater gehoord te hebben. Dit komt met name doordat de helft van de bewoners van de Waterwijk (49%) onbekend is met het begrip huishoudwater. Ook in de wijk Noordwest in Wageningen hebben relatief veel bewoners (18%) nog niet eerder van huishoudwater gehoord. Men verstaat onder huishoudwater in het algemeen, minder gezuiverd water. In Amsterdam noemt men (logischerwijs) ook vaak opgevangen regenwater.

Men weet dat het huishoudwater is te gebruiken voor het toilet en bijna alle huishoudens maken hier ook gebruik van. De meeste bewoners zeggen dat huishoudwater ook voor hun wasmachine gebruikt kan worden (89% tot 96%), behalve in Amsterdam, waar alleen het toilet op het huishoudwaternet is aangesloten.

#### 4.3.3 *Gebruik*

Een kwart van alle bewoners heeft meer dan 2 jaar ervaring met huishoudwater, 48% heeft 1 tot 2 jaar ervaring. Bewoners van de Waterwijk hebben de langste ervaring met huishoudwater. De bewoners van Meerhoven en Buitenhof hebben het kortst ervaring met het huishoudwaternet.

De bewoners van de Buitenhof hebben de keuze om hun wasmachine op huishoudwater of kraanwater aan te sluiten. Naar eigen zeggen hebben de meeste bewoners (89%) de wasmachine op het huishoudwaternet aangesloten; de overige 11% wast met drinkwater. In totaal is 77% direct met huishoudwater gaan wassen; een klein aantal (12%) is pas na verloop van tijd op huishoudwater voor de wasmachine overgestapt. De bewoners die de wasmachine op drinkwater hebben aangesloten, hebben dit bijna allemaal ook direct bij de aansluiting besloten. Slechts 1 huishouden heeft eerst huishoudwater geprobeerd en is daarna op drinkwater overgestapt.

Naast het toilet en/of de wasmachine, gebruikt men het huishoudwater het meest voor het sproeien van de tuin ( $\pm 60\%$ ). Autowassen (30%) wordt ook vaak genoemd. Overige, meermalen genoemde toepassingen (15% gemiddeld) zijn: het vullen van het kinderbadje en het vullen van de vijver, het reinigen met de hogedrukspuit en andere schoonmaakactiviteiten. 15% van alle bewoners gebruikt het huishoudwater altijd voor het vullen van het kinderbadje. In de Buitenhof en Noordwest is dit zelfs een kwart van alle inwoners. Dit gebeurt ondanks het feit dat het waterleidingbedrijf in de voorlichting heeft aangegeven dat kinderbadjes met drinkwater dienen te worden gevuld.

Men is over het algemeen (zeer) tevreden met het huishoudwater: meer dan 80% geeft aan tevreden of zeer tevreden te zijn: Leidsche Rijn (89%), Buitenhof (87%), Noordwest

(83%). In Amsterdam en Eindhoven is men gemiddeld genomen iets minder tevreden: respectievelijk 78% en 74%. Voor bewoners van de Waterwijk is de grootste reden van ontevredenheid de regelmatige storingen, met name verstoppingen. In Meerhoven is men met name ontevreden over de aanslag in het toilet.

#### 4.3.4 Voorlichting

De meerderheid van de bewoners is over de aansluiting op het huishoudwater net geïnformeerd bij de informatie-aanvraag over het nieuwbouwproject: 63%. Tien procent geeft aan voor het eerst gehoord te hebben dat de woning op huishoudwater aangesloten is of zou worden bij het kijken naar / inschrijven op de woning; 14% hoorde het na ondertekening van het huur- / koopcontract.

De eerste reactie is over het algemeen positief: 79%; 19% stond er neutraal tegenover; slechts 2% reageerde in eerste instantie negatief. Bewoners van de Waterwijk reageerden het meest positief (91%). In de wijk Noordwest had men nog de meest afwachtende houding: slechts tweederde was meteen positief (67%).

Tweederde van alle bewoners geeft aan, zonder hierom te hoeven vragen, informatie over huishoudwater te hebben ontvangen. In Leidsche Rijn (81%) en Noordwest (79%) zeggen beduidend meer mensen informatie te hebben ontvangen dan in de andere wijken: Meerhoven (66%), Buitenhof (52%) en de Waterwijk (49%).

De bewoners zijn voornamelijk geïnformeerd over wat huishoudwater is en waar je het wel of niet voor kan gebruiken. Gegevens over de achtergronden en eigenschappen van huishoudwater zijn, naar de mening van de geïnterviewde bewoners, onderbelicht gebleven.

Een kleine minderheid (16%) zegt informatie gemist te hebben. Slechts een enkeling heeft daarop zelf actie ondernomen om informatie te krijgen.

De verstrekte informatie heeft ertoe geleid dat gemiddeld eenderde van de bewoners positiever is gaan denken over huishoudwater. In Buitenhof, Leidsche Rijn en Meerhoven heeft zo'n 40% een positiever beeld van huishoudwater gekregen; met name de Waterwijk blijft met 20% achter. In totaliteit zegt slechts 10% dat de informatie invloed heeft gehad op het gebruik van huishoudwater.

De meeste bewoners (73%) zijn (zeer) tevreden over de voorlichting. Bewoners van de Waterwijk zijn het minst tevreden (52%). Bewoners die tevreden zijn over de informatievoorziening geven aan dat dit met name is omdat de informatie duidelijk en volledig was. Ontevredenheid over de voorlichting is vaak veroorzaakt door een gebrek aan informatie, het te laat informeren of onduidelijkheid van de informatie. Een ruime meerderheid (88%) vindt dat de informatie overeenkomt met de werkelijkheid.

#### 4.3.5 Publiciteit

In Leidsche Rijn heeft meer dan de helft van de bewoners (57%) artikelen gelezen over huishoudwater en het gebruik ervan. In de Buitenhof en Noordwest is dit percentage het laagst (38%). Voor bijna alle bewoners geldt dat deze artikelen geen invloed

hebben gehad op de mening of het gebruik van huishoudwater: 88%. In totaliteit zegt 9% door de gelezen publicaties positiever te zijn gaan denken over huishoudwater; 3% is negatiever gaan denken.

#### **4.3.6 *Mening over huishoudwater***

Men ziet huishoudwater als zeer milieuvriendelijk. Alleen in de Buitenhof zegt meer dan de helft van de bewoners dat huishoudwater goedkoper is dan drinkwater. In de overige wijken ligt dit percentage tussen de 35% en 45%. Men vindt overwegend dat huishoudwater meer kalkaanslag geeft dan drinkwater. Wanneer men het water niet geurloos, kleurloos en helder vond, is gevraagd of men deze wel acceptabel vond. In Meerhoven is men duidelijk minder tevreden over de geur, kleur en helderheid van het water; slechts 52% vindt het acceptabel. Bewoners van de Waterwijk geven aan dat de geur, kleur en troebelheid vaak veranderen.

#### **4.3.7 *Gewenste (toekomstige) voorlichting***

Eén op de drie huishoudens heeft behoefte aan meer informatie in de toekomst. Bij bewoners van de Waterwijk ligt dit percentage op 44%. Waarover men informatie wenst te ontvangen, betreft: nieuwe ontwikkelingen (29%); algemene informatie (17%); kosten (16%); toepassing / mogelijkheden van huishoudwater (10%).

De mensen die tot nog toe tevreden zijn over de informatievoorziening, willen graag op de hoogte worden gehouden van de algemene ontwikkelingen. De mensen die ontevreden zijn over de informatie uit het verleden, zijn met name geïnteresseerd in informatie over de kosten en prijsverschillen.

De meeste bewoners vinden het voldoende om éénmaal per jaar informatie te ontvangen over het gebruik van huishoudwater. Het liefst zou men een brochure ontvangen van het waterleidingbedrijf.

#### **4.3.8 *Esthetische aspecten in relatie tot ijzer en mangaan***

Op de locaties Meerhoven in Eindhoven en de Waterwijk in Amsterdam zijn in het product huishoudwater mangaangehaltes gemeten die liggen boven de norm voor drinkwater in het Waterleidingbesluit. In de Waterwijk is daarbij sprake van een grote variatie van de gemeten concentraties (gemiddeld 12,0 mg/l; range 0,01 – 39 mg/l) terwijl in Meerhoven de concentratie gedurende de gehele onderzoeksperiode hoog is geweest (gemiddeld 7,1 mg/l; range 5,8 – 8,8 mg/l).

Alhoewel dit in de Waterwijk niet geleid heeft tot klachten, constateren de bewoners wel een grote variatie in kleur en troebelheid die mogelijk samenhangt met mangaan. In de wijk Meerhoven hebben gebruikers van het huishoudwater geklaagd over bruinkleuringen aan wasgoed en sanitair. Na plaatsing van actieve-koolfiltratie als aanvullende zuiveringsmaatregel bij de productie van huishoudwater is er volgens informatie van het waterleidingbedrijf aanzienlijk minder geklaagd.

# 5 Ervaringen en incidenten met de levering van huishoudwater

## 5.1 Meerhoven, Eindhoven

### 5.1.1 *Beëindiging van het project*

Door vertraging bij de bouw van het huishoudwatersysteem in Meerhoven is de levering van huishoudwater pas op 10 april 2001 gestart. Op dat moment is huishoudwater geleverd aan ongeveer 812 woningen. Uiteindelijk was het streven om aan 7.000 woningen in de wijk Meerhoven Bqua (de plaatselijke naam voor de tweede kwaliteit water) als huishoudwater te leveren en om Bqua als industriewater te leveren aan de bestaande industrieterreinen Croy en De Hurk en aan het nieuwe industrieterrein te Meerhoven. De financiële haalbaarheid van het project wordt met name bepaald door de hoeveelheid Bqua die uiteindelijk kan worden afgezet. Door stagnatie van de vraag naar Bqua bij bedrijven en industrieën bleek het niet aannemelijk dat binnen enkele jaren voldoende water kon worden afgezet. Omdat hierdoor de rentabiliteit van het project sterk onder druk kwam te staan hebben waterleidingbedrijf, gemeente en provincie besloten het huishoudwaterproject stop te zetten.

Dit neemt niet weg dat er met het Bqua-project een aantal nieuwe ervaringen en inzichten zijn opgedaan over het gebruik van oppervlaktewater als bron voor huishoudwater. Over de kwaliteitsgegevens van het huishoudwater is reeds uitgebreid gerapporteerd in hoofdstuk 4. Andere ervaringen, overgenomen uit het LIFE-rapport Bqua Meerhoven [6], zijn in onderstaande paragrafen beschreven.

### 5.1.2 *Vervuiling van het Bqua-net*

Het Bqua-distributienet is zo ontworpen dat de distributiering en de eindleidingen zichzelf als het ware schoonhouden bij voldoende verbruik. Tijdens de eerste maanden van Bqua-levering waren de stroomsnelheden in de Bqua-distributieleiding echter permanent laag en was de leiding niet zelfreinigend als gevolg van het geringe verbruik. Begin oktober 2001 is de Bqua-productie na een stroomstoring tijdelijk stilgelegd. Direct na de hervatting van de levering werd er tijdelijk veel Bqua afgenomen, waardoor de stroomsnelheid in de Bqua-distributieleiding toenam tot 86 m<sup>3</sup>/h met bruin water als gevolg. Het waterleidingbedrijf heeft daarop besloten het hele Bqua-distributienet schoon te spuien met drinkwater. Om verdere vervuiling te voorkomen is in oktober 2001 tijdelijk de productie van Bqua verhoogd om zo een continue spui van 1 m<sup>3</sup>/uur te kunnen realiseren en daarmee een continue doorstroming van de distributieleiding.

In november 2001 is de zuivering na de ultrafiltratie uitgebreid met een actieve-koolfiltratie. De actieve-koolfiltratie is bedoeld om geur en kleur van het Bqua te verlagen evenals biofilmvorming in het distributienet tegen te gaan. Na de in gebruikname van de actieve-koolfiltratie is het waterleidingbedrijf gestopt met het continu doorstromen van de Bqua-distributieleiding.

### 5.1.3 Bepaling werkelijk Bqua- en drinkwaterverbruik

Er zijn twee metingen gedaan om het werkelijke drinkwater- en Bqua-verbruik in de wijk Meerhoven te bepalen:

- 1) Van de gerealiseerde Bqua-aansluitingen is door de afdeling Market Research een betrouwbare kleine selectie van 170 Bqua-klienten gemaakt. Van deze klienten is het waterverbruik over mei 2000 tot en met april 2001 geanalyseerd en vertaald in een gemiddeld verbruik per huishouden.  
Het gemiddelde totale waterverbruik per huishouden is 118 m<sup>3</sup> per jaar. Hiervan bestaat 44 m<sup>3</sup> uit water voor toilet en wasmachine (37 %) en 74 m<sup>3</sup> uit drinkwater (63 %).
- 2) De werkgroep Realisatie Distributie en Aansluiting heeft gedurende één week in 2000 voor 1, 5, 10 en 15 huishoudens het verbruik gemeten en geëxtrapoleerd naar een gemiddeld jaarverbruik. Volgens deze metingen bedroeg het gemiddelde totale waterverbruik 120 m<sup>3</sup> per jaar. Hiervan is 48 m<sup>3</sup> Bqua (40 %) en 72 m<sup>3</sup> drinkwater (60 %).

Tabel 5.1 Waterverbruik per woning: resultaten van verschillende Nederlandse onderzoeken [6]

Onderzoek	Gemiddeld waterverbruik per woning per jaar [m <sup>3</sup> ]				
	totaal	wasmachine en toilet	overig gebruik drinkwater		
NIPO (enquête)	1995	bestaande bouw en nieuwbouw	112	50	62
IVAM (extrapolaties)	1998	nieuwbouw	101	34	67
	2010	nieuwbouw	100	32	68
	2010	nieuwbouw met waterbesparing	94	30	64
Meerhoven (metingen)	2000	nieuwbouw	118-120	44-48	72-74

In tabel 5.1 is samengevat hoe het gemeten waterverbruik bij Meerhoven zich verhoudt tot landelijke onderzoeksresultaten. Uit deze cijfers blijkt dat het waterverbruik in Meerhoven in 2000-2001 boven het landelijk gemiddelde ligt uit 1995 (NIPO). In een recenter onderzoek van IVAM (1998) is specifiek gekeken naar het waterverbruik in nieuwbouwwoningen. Volgens dit onderzoek zou het waterverbruik van nieuwbouwwoningen lager zijn dan voor bestaande bouw, onder andere als gevolg van waterbesparende douchekoppen, wasmachines, etc. De metingen in Meerhoven bevestigen dit niet; het lijkt er niet op dat bewoners door het aanbieden van een tweede kwaliteit water zorgvuldiger met water omgaan.

### 5.1.4 Oneigenlijk gebruik

Als onderdeel van het in dit rapport beschreven onderzoek zijn in augustus 2001 in Meerhoven vier woningen gecontroleerd op verkeerde aansluitingen. Bij twee van de vier woningen werd het Bqua-net oneigenlijk gebruikt. Eén bewoner had zelf een buitenkraan aangelegd en deze aangesloten op de Bqua-leiding. Bij een andere woning



was een fonteintje in het toilet door een installateur aangesloten op de Bqua-leiding in plaats van op de drinkwaterleiding.

### 5.1.5 Tevredenheid klant over Bqua-huishoudwater

Vanaf de start van de Bqua-levering op 10 april 2001 is een klachtenregistratie bijgehouden. Tot eind 2001 is er door 18 bewoners van Meerhoven geklaagd over de kwaliteit van het Bqua. Zeven bewoners hebben geklaagd over bruin water nadat het pompstation enkele uren buiten bedrijf was geweest wegens een stroomstoring.

Tabel 5.2 Klachten over Bqua (april –november 2001)

<i>Aard van de klacht</i>	<i>Aantal woningen met deze klacht</i>
kleur	10 (waarvan 5 door stroomstoring)
onaangename geur wasgoed	5
vlekken in wasgoed	8 (waarvan 4 door stroomstoring)
huidirritatie	2
<i>verzoek tot afkoppelen</i>	3

Het waterleidingbedrijf heeft op verschillende manier actie ondernomen op de klachten:

- medewerkers van het bedrijf hebben bezoeken gebracht aan een aantal woningen om de klachten in ogenschouw te nemen en watermonsters te nemen;
- het bedrijf heeft schade aan wasgoed vergoed;
- het bedrijf heeft op verschillende plaatsen in het Bqua-net watermonsters genomen en laten analyseren om de oorzaak van klachten te achterhalen;
- het leidingnet is gereinigd;
- bewoners met klachten zijn door het bedrijf teruggebeld om te informeren of de klachten aanhielden;
- de zuivering is in november 2001 uitgebreid met actieve-koolfiltratie voor de verwijdering van geur en kleur.

Uit het persoonlijk contact met de bewoners viel het de medewerkers van het waterleidingbedrijf op dat veel bewoners niet goed op de hoogte waren van de herkomst en de kwaliteit van het Bqua. Op 10 november 2001 is daarom een open dag georganiseerd op pompstation Meerhoven voor bewoners met klachten en bewoners van woningen die zijn opgenomen in het monitoringprogramma. De opkomst van de bewoners was echter gering.

## 5.2 Leidsche Rijn, Utrecht

### 5.2.1 *Besmetting van het drinkwater in de wijk Parkwijk in Leidsche Rijn*

De rapportage van VROM-inspectie opgesteld naar aanleiding van twee incidenten die zich eind 2001 en begin 2002 hebben voorgedaan in de VINEX-wijk Leidsche Rijn bij Utrecht geeft inzicht in het ontstaan van beide incidenten[7]. In het eerste geval (geconstateerd op 5 december 2001) ging het om een verontreiniging van het drinkwaternet in de wijk Parkwijk (ca. 800 woningen) met huishoudwater door een ten onrechte niet weggenomen vulleiding.

In het tweede geval (geconstateerd op 4 januari) betrof het één enkele woning, waarvan de drinkwatertoevoer abusievelijk was aangesloten op het huishoudwaternet door verwisseling van leidingen. De verontreiniging van het drinkwater werd in beide gevallen geconstateerd naar aanleiding van smaakklachten, die door bewoners bij het waterleidingbedrijf werden ingediend. Onmiddellijk na de constateringen werden door het waterleidingbedrijf met het oog op de volksgezondheid passende maatregelen getroffen (kookadvies, wegnemen van de vulleiding, overschakeling van het gehele huishoudwaternet in Leidsche Rijn op drinkwater).

Onvoldoende zorgvuldig werken van de aannemer en niet afdoende controle door het waterleidingbedrijf op *cruciale* werkzaamheden van de aannemer moeten als oorzaak van het eerste incident (het niet wegnemen van een vulleiding) worden aangemerkt. Daarbij moet tevens worden geconstateerd, dat de aanleg van een dubbel leidingnet gecompliceerder is dan werd gedacht.

Voor wat betreft het tweede incident (de verwisseling van de huisaansluitingen voor drinkwater en huishoudwater) moet worden geconstateerd, dat door het grote aantal aansluitingen, dat moet worden aangebracht, de kans op vergissingen (menselijke fouten) niet volledig kan worden uitgesloten (ondanks de kleurverschillen in het te hanteren materiaal). Bij een huis-aan-huis controle van de reeds aangelegde aansluitingen bleken vijf huizen verkeerd te zijn aangesloten.

VROM-inspectie heeft op basis van deze ervaring in Leidsche Rijn geconcludeerd dat een onafhankelijke controle per individuele huisaansluiting achteraf (dat wil zeggen na de aanleg ervan) noodzakelijk moet worden geacht om kruisverbindingen in de toekomst te voorkomen. Door deze onafhankelijke controle achteraf van de individuele huisaansluitingen kan tevens worden gewaarborgd, dat eventuele fouten als bij het eerste incident tijdig (dat wil zeggen: voorafgaand aan het in gebruik nemen) worden gesignaleerd.

Naar aanleiding van de incidenten eind 2001 en begin 2002 is besloten de levering van huishoudwater stop te zetten en drinkwater te leveren via het huishoudwaternet. Eind januari 2003 is definitief besloten de levering van huishoudwater in Leidsche Rijn niet meer te hervatten.

### 5.2.2 *Gezondheidseffecten verkeerde aansluiting Parkwijk*

Onderstaande samenvatting is afkomstig uit het rapport de GG&GD Utrecht naar aanleiding van de ziektegevallen in de wijk Parkwijk [11].

Naar aanleiding van de besmetting in het drinkwaternet na vermenging met huishoudwater in de wijk Parkwijk is er een enquête onder bewoners gehouden. In Parkwijk was er significant vaker sprake van huishoudens met maagdarmklachten dan in de controlewijk Langerak. Een verwekker van de klachten (bacterie, virus of parasiet) kon middels onderzoek niet worden aangetoond.

Het aantal huisartsconsulten wegens maagdarmklachten in Parkwijk steeg zichtbaar vanaf twee dagen vóór de ontdekking van de besmetting terwijl deze stijging in de controlewijk Langerak minder uitgesproken was en in de tweede controlewijk Veldhuizen geheel ontbrak.

De conclusie van de onderzoeken is dat er geen bewijs is geleverd maar dat het wel zeer aannemelijk is gemaakt dat een deel van de bewoners in Parkwijk inderdaad gezondheidsklachten heeft gekregen als gevolg van het tijdelijk drinken van onvoldoende gezuiverd leidingwater. Geschat wordt dat ongeveer 200 mensen door deze blootstelling klachten hebben gekregen.

### **5.3 Waterwijk, Amsterdam**

#### **5.3.1 *Suboptimaal functioneren van het systeem***

Tijdens het onderzoek is vast komen te staan dat bij verschillende complexen in de Waterwijk het filter als onderdeel van het hemelwatersysteem niet goed werkt als gevolg van verstopping. Als onderdeel van regulier onderhoud om verstopping van de filters te voorkómen, dienen de filters regelmatig te worden gereinigd. Door de verstopping van een filter wordt het hemelwater direct geloosd op de riolering waardoor uiteindelijk de opslagtank wordt gevuld met drinkwater.

#### **5.3.2 *Verkeerde aansluiting***

De afvoer van een afwasmachine in een bedrijfsruimte in één van de blokken bleek te zijn aangesloten op de hemelwaterafvoer van dat blok in plaats van de riolering. Hierdoor is afvalwater toegevoegd aan de huishoudwaterinstallatie van dat blok. Er blijkt in de praktijk geen verschil te zijn in de gebruikte leidingmaterialen (qua materiaal en/of kleur) voor enerzijds de afvoer van rioolwater en anderzijds de afvoer van hemelwater. Deze verkeerde aansluiting is geconstateerd voor de start van het monitoringsonderzoek.

### **5.4 Wageningen, Noordwest**

#### **5.4.1 *Controle aansluitingen n.a.v. incidenten project Leidsche Rijn***

Naar aanleiding van de eerder beschreven incidenten in Leidsche Rijn heeft VROM-inspectie de waterleidingbedrijven met vergelijkbare projecten, waaronder Wageningen Noordwest, verzocht de aansluitingen één voor één te controleren.

De controle van de binneninstallaties in de wijk Noordwest is door het waterleidingbedrijf procedureel vastgelegd en heeft in principe elke drie jaar plaats. In verband met de vraag van VROM Inspectie heeft men de procedure vervroegd.

Bij onderzoek in de wijk Noordwest bleek dat in twee van de 162 op huishoudwater aangesloten woningen de aansluiting in de meterkast was verwisseld. Verder bleek in één binneninstallatie een vaatwasmachine te zijn aangesloten op huishoudwater in plaats van drinkwater.

Na constatering van de eerste verkeerde aansluiting is Vitens onmiddellijk overgeschakeld op drinkwaterlevering via het huishoudwaternet. Via bestaande procedures zijn dezelfde dag bewoners, de inspecteur VROM, gemeente, GGD en pers geïnformeerd.

#### **5.4.2 Overige resultaten inspectie locatie Noordwest Wageningen**

Naast de aansluitingen in de meterkast zijn tijdens de controle van de woningen nog enkele andere zaken vastgesteld:

- in een garage was op eigen initiatief een keukenblok geplaatst en bewust aangesloten op huishoudwater (ondanks alle voorlichtingscampagnes);
- een aantal pictogrammen met de vermelding "geen drinkwater" die in de woningen waren aangebracht, bleken te zijn verdwenen;
- in een aantal woningen is vastgesteld dat er tappunten zijn aangesloten op drinkwater terwijl dit huishoudwater had moeten zijn.

#### **5.5 Buitenhof, Druten**

De levering van huishoudwater in de wijk Buitenhof in Druten is in januari 2001 stopgezet als gevolg van problemen met de zuivering. Het huishoudwater werd geproduceerd uit voorgezuiverde spoelwater van het drinkwaterpompstation Druten via een bodempassage (zandfiltratie) in een afgedamd stuk poldersloot. Ongeveer een half jaar na de start in juni 2000 bleek de bovenste laag van het zandbed dermate verstopt te zijn door afgestorven plantenresten dat er geen water meer passeerde. In de nazomer was al een flinke hoeveelheid algen geconstateerd in de sloot boven het zandbed. Ten slotte zijn de winning en de zuivering uitgezet en is overgeschakeld op de levering van drinkwater.

Er zijn verschillende pogingen gedaan om het zuiveringsproces te verbeteren, maar door onvoorziene omstandigheden en nieuwe problemen zijn de winning en zuivering nooit meer in bedrijf genomen. In januari 2003 heeft Vitens besloten alle voorbereidingen voor huishoudwaterprojecten stop te zetten, geen nieuwe verplichtingen aan te gaan en alle huishoudwateractiviteiten te beëindigen.

# 6 Discussie

## 6.1 Inleiding

In tabel 6.1 zijn per proefproject de resultaten van het onderzoek samengevat en met elkaar vergeleken. Hierbij is een onderverdeling gemaakt naar de onderwerpen volksgezondheid, milieu, klant en ervaringen/incidenten.

## 6.2 Volksgezondheid

Alleen op de locaties Meerhoven Eindhoven en Noordwest Wageningen is het huishoudwater microbiologisch veilig. Bij het project Meerhoven zijn door de toepassing van ultrafiltratie de veiligheidsmarges weliswaar groot, maar omdat hier sprake is van een enkelvoudige barrière zonder verdere desinfectie is het noodzakelijk de integriteit van de ultrafiltratiemembranen regelmatig te monitoren. In de wijk Noordwest is het slootwater fecaal besmet, maar door bodempassage, opmenging met grondwater, snelfiltratie en UV-desinfectie biedt de zuivering voldoende veiligheidsmarge om te kunnen spreken van microbiologisch veilig huishoudwater.

Het huishoudwater dat wordt gebruikt op de locatie Leidsche Rijn en in de Waterwijk te Amsterdam is onvoldoende microbiologisch veilig.

Voor de meeste ziekteverwekkende micro-organismen en virussen voldoet het huishoudwater in Leidsche Rijn aan de MTGC-waarden, maar de veiligheidsmarges zijn hier beduidend kleiner dan bij het project Meerhoven. De Norwalk-like calicivirussen (NLV) vormen echter een uitzondering. De gemiddelde concentratie van deze virussen in het Lekkanaal was 2700 per liter, veel hoger dan voor de overige pathogenen. De NLV zijn bepaald met een moleculaire methode, die RNA-bevattende deeltjes aantoot. Voor poliovirus is bekend dat de verhouding RNA-bevattend deeltje en infectieus virus 100 : 1 is. Voor NLV is dit niet bekend, maar aangenomen wordt dat deze verhouding vergelijkbaar is. Dat betekent dat de gemiddelde concentratie infectieus NLV in het Lekkanaal 27 per liter is. Na de zuivering van de WRK is die concentratie naar verwachting gedaald tot 1,7 per liter. Welk kwantitatief infectierisico hier bij hoort, is nog niet aan te geven. Als de dosis/respons-gegevens van deze micro-organismen vergelijkbaar is met die bepaald voor het rota-virus dan zijn deze organismen de meest kritische voor de veiligheid bij dit project. De concentratie NLV is dan ongeveer 30 keer hoger dan de MTGC-waarde. Gezien het aantal aannames kan deze conclusie niet met grote zekerheid worden gesteld.

Om de veiligheidsmarge voor de Norwalk-like calicivirussen en ook voor de overige pathogenen te verhogen moet worden overwogen om een desinfectiestap toe te passen, zoals bijvoorbeeld UV-desinfectie. Ook kan worden gedacht aan het doseren van een chloorhoudend desinfectiemiddel aan het huishoudwater. In het laatste geval moet dan rekening worden gehouden met bezwaren van milieuhygiënische en esthetische aard die strijdig zijn met het milieuvriendelijke karakter van huishoudwater.

Het hemelwater in de Waterwijk dat wordt gebruikt als huishoudwater voor toiletspoeling is fecaal besmet. De mate van blootstelling aan ziekteverwekkende micro-organismen via aërosolen bij het doorspoelen van het toilet lijkt wellicht klein,

maar door de hoge frequentie waarmee dat plaatsheeft, is het toilet voor de blootstelling aan *Cryptosporidium*, *Giardia* en virussen juist maatgevend [8]. In het huishoudwater van de Waterwijk zijn *Cryptosporidium* en *Giardia* in zodanige concentraties aangetroffen dat het water zonder verdere zuivering als niet microbiologisch veilig moet worden beschouwd.

Op de locatie Leidsche Rijn is het water op basis van de resultaten van de biofilmmonitor beoordeeld als redelijk biologisch stabiel. Ook de biofilmconcentraties gemeten in het leidingnet zijn in vergelijking met de andere drie locaties relatief laag. De gunstige biologische stabiliteit op deze locatie is waarschijnlijk het gevolg van toepassing van snelfiltratie bij de bereiding van het huishoudwater.

Het huishoudwater dat geleverd wordt op de overige drie locaties is beoordeeld als niet biologisch stabiel. Naast relatief hoge gehalten gemakkelijk afbreekbare stoffen (AOC), biomassa (ATP) en hoge biofilmvormingssnelheden blijkt dit in alle situaties uit de relatief hoge concentraties biomassa die zijn gemeten in het leidingnet. Dit kan aanleiding geven tot een verhoogde kans op groei van ongewenste, in water voorkomende ziekteverwekkers zoals bijvoorbeeld *Legionella*. Bij vervuiling van het leidingnetstelsel met biomassa moet ook rekening worden gehouden met problemen van esthetische aard zoals bruin water, reukklachten en vermeerdering van visueel waarneembare dierlijke organismen. Dit wordt bevestigd door de hoge concentraties mangaan en ijzer die op een aantal locaties zijn waargenomen in de biofilmmonitor. In Meerhoven hebben bewoners inderdaad geklaagd over de geur en de kleur van huishoudwater.

*Legionella* is alleen aangetoond in het huishoudwater in de Waterwijk. Uit de risicoanalyses in de Waterwijk en de andere wijken blijkt dat opwarming van huishoudwater de belangrijkste risicofactor is voor de vermeerdering van *Legionella* in een woning. Opwarming van huishoudwater kan optreden in de meterkast door de warmtewisselaar van de stadsverwarming, in een leiding door aanwezigheid van vloerverwarming, in leidingkokers door de CV-leidingen en warmwaterleidingen of in de zomer door opwarming van de grondstof. In acht van de zestien bezochte woningen is op een tappunt een temperatuur gemeten van het huishoudwater die hoger is dan 20 °C. Daarnaast blijkt uit de inspecties op ten minste één locatie dat het aannemelijk is dat er zich in een aantal woningen dode leidingstukken bevinden, met name in die woningen waar een tweede toilet op de bovenverdieping een optie was die niet is gerealiseerd. Deze niet gebruikte leidingstukken geven aanleiding tot lange stilstand van water waardoor de kans op vermeerdering van *Legionella* wordt vergroot.

De chemische parameters zijn getoetst aan de door het RIVM voorgestelde normen voor huishoudwater en de drinkwaternormen uit het Waterleidingbesluit (zie tabel 3.7). Omdat huishoudwater in principe niet voor consumptie is bedoeld hebben de door het RIVM voorgestelde normen voor huishoudwater vaak een ethische en/of een milieugrondslag. Voor een toxicologische beoordeling is daarnaast ook getoetst aan de drinkwaternormen uit het Waterleidingbesluit. Bij de vier projecten blijkt er slechts in een tweetal gevallen sprake van een geringe overschrijding van de kwaliteitseisen voor drinkwater uit het Waterleidingbesluit. Bij Meerhoven Eindhoven betreft dit nikkel en bij Noordwest Wageningen gaat het om de organische microverontreiniging BAM. Gezien de toepassing van huishoudwater zullen deze overschrijdingen niet leiden tot een verhoogd risico voor de volksgezondheid. Het onderzoek heeft verder aangetoond

dat de behandeling door middel van coagulatie/flocculatie/sedimentatie gevolgd door snelfiltratie (project Leidsche Rijn) goede verwijderingsrendementen geeft voor een aantal zware metalen en polyaromatische koolwaterstoffen (PAK). Maar ook ultrafiltratie gevolgd door actieve-koolfiltratie (project Meerhoven) kan de concentratie van een aantal zware metalen aanzienlijk verlagen. Helaas kan in dit laatste geval door het ontbreken van meetgegevens geen uitspraak worden gedaan over de effectiviteit van de zuivering voor organische microverontreinigingen, maar uitgaande van de toepassing van actieve kool wordt aangenomen dat deze verbindingen in de zuivering worden verwijderd.

Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat de belangrijkste gezondheidsrisico's bij het gebruik van huishoudwater worden bepaald door de microbiologische parameters. De gezondheidsrisico's zijn het kleinst in Noordwest Wageningen door de combinatie van een gunstige bron (kwelwater en oppervlaktewater na bodempassage) met een zuiveringssysteem dat is voorzien van een continue desinfectiestap door middel van UV. Door het rechtstreeks toepassen van oppervlaktewater als bron voor huishoudwater (Meerhoven en Leidsche Rijn) moet rekening worden gehouden met relatief hoge concentraties ziekteverwekkende micro-organismen die vervolgens in de zuivering moeten worden verwijderd. Toepassing van ultrafiltratie (zoals in Meerhoven) geeft dan een grotere veiligheidsmarge dan de klassieke zuivering zoals toegepast op het WRK-water voor Leidsche Rijn. Ultrafiltratie vormt echter een enkelvoudige barrière zodat de integriteit van de membranen voortdurend moet worden gecontroleerd. In beide gevallen zou een relatief eenvoudige uitbreiding van de zuivering met UV-desinfectie een verbetering geven van de microbiologische veiligheid.

De keuze van spoelwater als bron is in dit onderzoek niet geëvalueerd door het wegvallen van het project Buitenhof in Druten. Over het hergebruik van spoelwater bij drinkwaterzuiveringen en de daaraan verbonden microbiologische risico's is in het verleden reeds onderzoek uitgevoerd [14]. Hieruit blijkt dat gezondheidsrisico's kunnen worden geëlimineerd door bij grondwaterverwerkende bedrijven de spoelwateropslag en -behandeling overdekt uit te voeren waardoor fecale besmetting van het spoelwater wordt voorkómen. Hergebruik van spoelwater afkomstig van oppervlaktewaterverwerkende bedrijven is af te raden aangezien dit spoelwater ziekteverwekkende micro-organismen uit het oppervlaktewater kan bevatten in hoge concentraties. Spoelwater van grondwaterverwerkende bedrijven lijkt om die reden vanuit microbiologisch oogpunt een goede bron voor de productie van huishoudwater.

### 6.3 Milieu

Met uitzondering van het project Meerhoven zijn voor alle onderzochte projecten de milieuvoordelen van het huishoudwatersysteem aantoonbaar. Dit betekent concreet dat, ondanks de aanleg van een tweede leidingnet, het aantal benchmarkpunten voor huishoudwater berekend met de Eco-indicator methode bij vier van de vijf projecten lager is dan voor drinkwater. De nadelige uitkomst voor Meerhoven is veroorzaakt door het hoge energieverbruik van de zuivering. Dit hoge energieverbruik kan echter worden verklaard door de overdimensionering van het project in de beginfase waarbij rekening was gehouden met een uitbreiding van de wijk en levering van het

huishoudwater aan de industrie. Hierdoor is er sprake van een hoger energieverbruik dan bij drinkwater.

In tabel 6.2 is voor de proefprojecten (Meerhoven is niet meegenomen) de milieuwinst berekend voor het gebruik van huishoudwater per huishouden en voor de wijk als geheel. Uit de analyse blijkt dat het milieurendement van huishoudwaterprojecten per locatie kan verschillen en sterk afhangt van lokale factoren. Per nieuwe locatie zal dan ook dienen te worden afgewogen of een huishoudwaterproject daar vanuit milieuoogpunt wenselijk is. Een aantal factoren speelt bij die afweging een belangrijke rol:

- de pompenergie die nodig is voor de distributie van huishoudwater (het aspect energie weegt zwaar in de Eco-indicator methode);
- de vraag of het huishoudwater drinkwater vervangt dat is bereid uit grondwater afkomstig uit een verdrogingsgevoelig gebied;
- het extra materiaalverbruik dat noodzakelijk is voor de aanleg van een tweede leidingnet;
- de vraag of er gebruik wordt gemaakt van duurzame energie, zowel bij de productie van drinkwater als bij de productie van huishoudwater.

Tabel 6.2 Overzicht van de jaarlijkse milieuwinst van huishoudwater ten opzichte van drinkwater berekend als het aantal benchmarkpunten [mPt] per huishouden en het aantal punten voor de wijk als geheel.

proefproject	milieuwinst van huishoudwater [mPt per m <sup>3</sup> ]	milieuwinst per huishouden [mPt/jaar] <sup>1</sup>	aantal woningen (tijdens dit onderzoek)	totale milieuwinst voor de wijk [mPt/jaar]
Leidsche Rijn, Utrecht	9,4	451	400	180.400
Waterwijk, Amsterdam	22	1056	240	253.440
Noordwest, Wageningen	14	672	162	108.860
Buitenhof, Druten	10,3	494	380	187.720
<b>totaal</b>	<b>13,9 (gem)</b>	<b>668 (gem.)</b>		<b>730.420</b>
equivalent		79 autokilometers		86.000 autokilometers

<sup>1</sup> Hierbij is uitgegaan van de vervanging van 48 m<sup>3</sup> drinkwater door huishoudwater

Als het project Meerhoven buiten beschouwing wordt gelaten, kan voor de overige vier huishoudwaterprojecten een gemiddeld aantal benchmarkpunten van 9,4 mPt per m<sup>3</sup> huishoudwater worden berekend. Bij die projecten bedraagt de gemiddelde milieubelasting van drinkwater 23,3 mPt per m<sup>3</sup>. De milieuwinst van huishoudwater bedraagt dan gemiddeld 13,9 mPt per m<sup>3</sup> (zie tabel 6.2, tweede kolom). Uitgaande van een vervanging van 48 m<sup>3</sup> drinkwater door huishoudwater per huishouden per jaar (zie tabel 5.1) bij levering voor de wasmachine en het toilet, betekent dit dat jaarlijks een milieuwinst van ongeveer 670 mPt wordt bereikt (zie tabel 6.2, derde kolom). De milieubelasting van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van een autorit naar Spanje (1200 km, gemiddeld benzineverbruik 1 liter op 12 km, CO<sub>2</sub>-uitstoot 2,4 kg/liter) bedraagt ruim 1.300 mPt. Dit betreft de bijdrage van CO<sub>2</sub> aan het broeikaseffect. De totale milieubelasting berekend voor het benzineverbruik voor dezelfde rit bedraagt 10.200 mPt. Hierin zijn ook bijdragen voor andere effecten zoals uitputting van de voorraad fossiele brandstof (aardolie), winning en transport ruwe olie, de productie van benzine en overige emissies zoals van stikstofdioxide verdisconteerd. Uit dit voorbeeld blijkt dat de



jaarlijkse milieuwinst per huishouden als gevolg van de levering van huishoudwater in absolute zin zeer beperkt is en te vergelijken is met de milieubelasting berekend voor het benzineverbruik van een autorit van nog geen 80 kilometer.

#### *Overige milieuaspecten*

Uit nader onderzoek op de locatie Meerhoven blijkt dat circa 40 % van het drinkwater kan worden vervangen door huishoudwater voor toiletspoeling en de wasmachine. Verder blijkt dat de bewoners van de wijk Meerhoven door het aanbieden van huishoudwater minder zorgvuldig omgaan met water hetgeen niet alleen resulteert in een hoger totaalverbruik, maar ook in een hoger drinkwaterverbruik voor de andere toepassingen.

Bij de levering van huishoudwater wordt minder aandacht besteed aan de conditionering van het water. Dit kan in sommige gevallen betekenen dat het huishoudwater tijdens distributie een hoge corrosieindex heeft. In die gevallen waarbij in een woning koperen leidingen zijn toegepast voor de distributie van huishoudwater zal de milieubelasting door opgelost koper vanuit dat huishouden verhoudingsgewijs hoger zijn dan in het geval er alleen drinkwater wordt geleverd. Voor de hier beschouwde proefprojecten zijn alleen op de locatie Meerhoven in een deel van de woningen koperen leidingen gebruikt voor de distributie van huishoudwater. Ten aanzien van de koperbelasting van het milieu vanuit een leidingwatersysteem in een woning is door onderzoek in 1999 al aangetoond dat deze af kan nemen met 30 % als voor de distributie van huishoudwater kunststof wordt gebruikt [15]. Hierbij moet door de langere verblijftijden in het net voor drinkwater weliswaar rekening worden gehouden met een toename van het kopergehalte met 25 %, maar omdat er minder drinkwater wordt gebruikt is het netto effect op de koperbelasting van het milieu positief (- 30 %). Uiteraard geldt dit alleen onder de voorwaarde dat het geleverde huishoudwater geen koper bevat. Omdat op dit moment niet duidelijk is wat de absolute betekenis is van dit milieuvoordeel, zou het aspect koper voortaan moeten worden meegenomen in LCA-studies gericht op de levering van huishoudwater.

## 6.4 Klant

### **Klanttevredenheid**

Meer dan 80 % van alle bewoners is (zeer) tevreden over het huishoudwater als zodanig (figuur 6.1). Hierbij moet worden opgemerkt dat het klantenonderzoek is uitgevoerd voordat huishoudwater negatief in het nieuws kwam naar aanleiding van de gebeurtenissen in Leidsche Rijn. De bewoners van Meerhoven en de Waterwijk zijn gemiddeld genomen het minst tevreden. In de Waterwijk heeft dat te maken met regelmatige storingen van het systeem met name door verstoppingen. In Meerhoven is men met name ontevreden over de aanslag in het toilet en de geur van het huishoudwater.

Voor 37 % van de bewoners mag een onderbreking van huishoudwater maximaal één uur duren, 44 % geeft aan dat maximaal één dag acceptabel is en 19 % neemt ook nog genoeg met een onderbreking die langer dan een dag duurt.

## **Kennis**

De bewoners van de Waterwijk zijn nog relatief onbekend met het begrip huishoudwater. Aangezien in de Waterwijk al sinds 1998 huishoudwater wordt geleverd, kan hieruit worden opgemaakt dat het belangrijk is om met enige regelmaat voorlichting te geven aan bewoners.

## **Voorlichting en gebruik**

Relatief veel mensen, met name in de Buitenhof en Noordwest, gebruiken het huishoudwater voor het kinderbadje, ondanks het feit dat het waterleidingbedrijf in de voorlichting heeft aangegeven dat het niet bestemd is voor dit doel. In de informatievoorziening zou hier extra nadruk op moeten worden gelegd. Eenderde van de bewoners geeft aan niet automatisch informatie te hebben ontvangen over huishoudwater. In de wijken Buitenhof en de Waterwijk zegt zelfs maar de helft van de bewoners informatie te hebben ontvangen.

Volgens de bewoners geeft de ontvangen informatie met name antwoord op vragen over het gebruik. Aspecten met betrekking tot de achtergronden en eigenschappen van huishoudwater zijn onderbelicht. Hier zou meer aandacht aan besteed kunnen worden.

Men geeft over het algemeen aan dat de ontvangen informatie geen invloed heeft op het gebruik van of hun mening over huishoudwater.

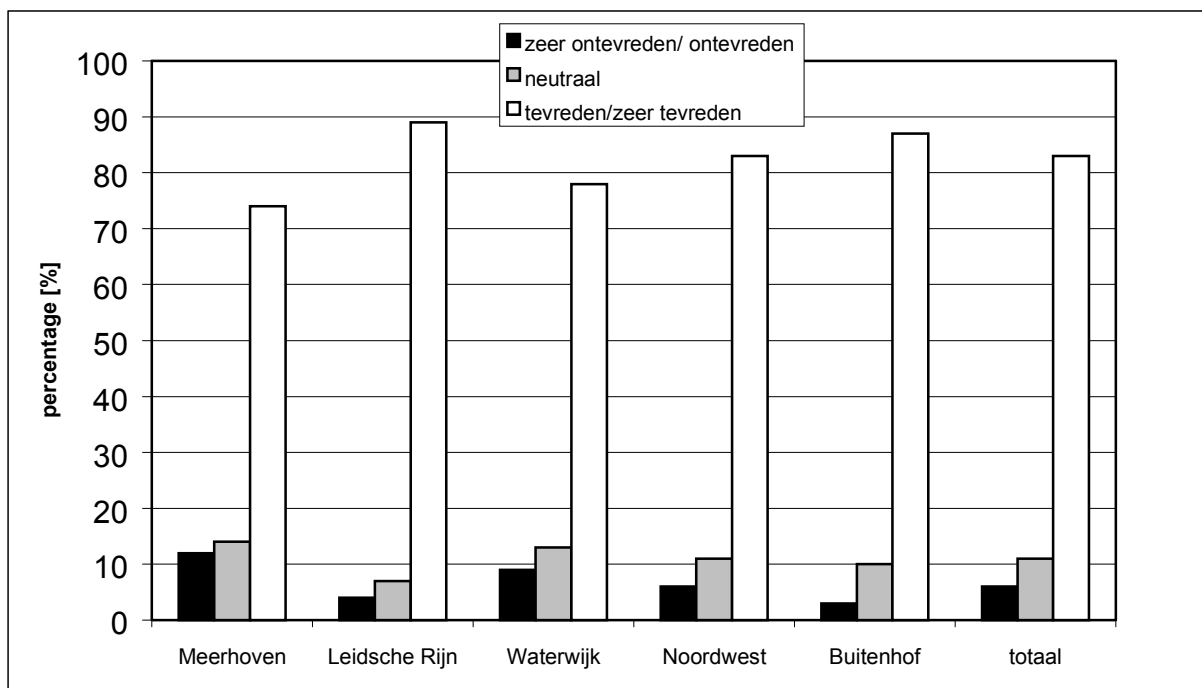
## **Beeldvorming huishoudwater**

De meeste bewoners zien huishoudwater als zeer milieuvriendelijk. Het is bij de bewoners echter minder bekend dat zij voor huishoudwater minder betalen.

Men vindt dat het huishoudwater meer kalkaanslag geeft. In de wijk Meerhoven is men ontevreden over de geur, kleur en helderheid van het water. In de voorlichting zou men hier aandacht aan kunnen besteden, zodat de verwachtingen van de gebruikers van huishoudwater meer realistisch zijn.

## **Toekomstige voorlichting**

Eenderde van de bewoners zou graag in de toekomst met enige regelmaat informatie over huishoudwater ontvangen. Hierbij lijkt een jaarlijkse brochure met daarin aandacht voor de ontwikkelingen met betrekking tot huishoudwater, informatie over de kosten en gebruiksmogelijkheden het meest geschikt. Het voorkómen van ongewenst gebruik van huishoudwater bijvoorbeeld voor het vullen van kinderbadjes en het voorkómen van verkeerde aansluitingen in de woningen verdient ook in de toekomst nadrukkelijke aandacht in de correspondentie gericht aan de bewoners. Het waterleidingbedrijf is de meest aangewezen instantie voor het verspreiden van deze informatie.



Figuur 6.1 Algemene tevredenheid over het huishoudwater in en om de woning

### Corrosie- en hardheidsparameters

Bij het project Meerhoven is door metingen en berekeningen vastgesteld dat het huishoudwater een zeer hoge corrosie-index ( $CI = 2,6$ ) heeft en een laag gehalte aan totaal anorganisch koolstof ( $TAC = 1,3$  mmol/l). Door de lage TAC moet rekening worden gehouden met aantasting van de koperen leidingen die bij een deel van de woningen in de wijk zijn toegepast. Verder kan de zeer hoge corrosie-index aanleiding geven tot corrosie van ijzeren en stalen onderdelen in apparaten die zijn aangesloten op huishoudwater. Omdat het hier gaat om effecten die meestal pas op de lange termijn merkbaar worden, zijn ze tijdens de duur van dit onderzoek niet geconstateerd.

Ook op de locaties Leidsche Rijn en de Waterwijk voldoet de corrosie-index niet aan de eis voor conditionering waarbij corrosie van ijzer en staal wordt voorkómen (1,4 resp. 1,3). De TAC is in beide gevallen wel voldoende hoog (2,8 resp. 2,1 mmol/l). Door het afstromen van hemelwater over de daken in de Waterwijk en door het onregelmatig suppleren van drinkwater aan het huishoudwater variëren de concentraties opgeloste zouten in het huishoudwater bijzonder sterk. Dit blijkt o.a. uit het sterk wisselende geleidingsvermogen van het water. Aangenomen wordt dat na een droge periode (waarin droge depositie van zouten plaatsheeft op de daken) de concentraties zouten in het huishoudwater het hoogste zullen zijn. Dit betekent dat ook de corrosie-eigenschappen van hemelwater als bron voor huishoudwater sterk zullen variëren. Omdat in de Waterwijk kunststof leidingen worden gebruikt voor de distributie van het water en het water alleen wordt gebruikt voor toiletspoeling, heeft de hoge corrosie-index in de praktijk geen gevolgen.

Waarschijnlijk omdat op de locatie Noordwest voornamelijk grondwater wordt onttrokken als bron voor de productie van huishoudwater zijn hier de corrosie-index laag en de TAC erg hoog, zodat de kans op aantasting van koper, staal en ijzer in binneninstallaties erg klein is. Om dezelfde reden bevat de grondstof op deze locatie

relatief veel calcium zodat rekening moet worden gehouden met de afzetting van kalksteen bij hoge temperatuur. Gezien de zeer lage hardheid van het drinkwater op deze locatie zou het gebruik van huishoudwater voor de wasmachine aanleiding kunnen zijn voor een toename van het wasmiddelenverbruik. Dit aspect is echter niet nader onderzocht.

### **Esthetische parameters**

Zowel op de locatie Meerhoven als in de Waterwijk zijn concentraties mangaan gemeten boven de norm in het Waterleidingbesluit. Het is zeer waarschijnlijk dat deze normoverschrijding direct verband houdt met de klachten van de bewoners over vlekken in de was en aanslag in de toiletten. In Meerhoven is verder geklaagd over de kleur en geur van het huishoudwater. Het is waarschijnlijk dat dit vooral veroorzaakt is door de slechte biologische stabiliteit van het huishoudwater waardoor er een intensieve biofilmvorming in het distributienet plaatsvindt. Door de introductie van een actieve-koolfiltratie in de zuivering heeft men geprobeerd deze klachten weg te nemen. Er is geen vergelijking mogelijk van de biologische stabiliteit van het huishoudwater voor en na de introductie van actieve-koolfiltratie omdat alleen vóór de introductie metingen zijn uitgevoerd. Op basis van ervaringen elders mag worden verwacht dat actieve-koolfiltratie tot een verbetering van de biologische stabiliteit zal leiden en tot een afname van het aantal klachten. Omdat het project inmiddels is stopgezet, is ook dat laatste niet meer te controleren.

## **6.5 Ervaringen en incidenten**

Op het moment van het opstellen van deze rapportage (februari/maart 2003) wordt bij vijf van de zes door VROM geselecteerde proefprojecten geen huishoudwater meer geleverd. Alleen in de Waterwijk te Amsterdam wordt nog huishoudwater geleverd voor de toiletspoeling. In tabel 6.3 is per project de reden aangegeven voor het stopzetten van de huishoudwaterlevering.

Uit het overzicht in tabel 6.3 blijkt dat de levering van huishoudwater om de volgende drie hoofdredenen is stopgezet:

- een bedrijfstechnische reden: de kwaliteit van de grondstof in combinatie met het beoogde zuiveringssysteem geeft onvoldoende garanties voor een goede kwaliteit huishoudwater;
- een bedrijfseconomische reden: het uitgangspunt van een gecombineerde levering van huishoudwater aan de industrie en aan woningen kan in de praktijk niet worden waargemaakt;
- een bedrijfskundige reden: het product huishoudwater als “special met in principe lagere kwalitatieve randvoorwaarden dan drinkwater” past niet in de huidige organisatie van het waterleidingbedrijf; daarbij vereist de noodzakelijke procedurele technische en administratieve borging in de praktijk extra organisatie.

Tabel 6.3 Overzicht van de verschillende redenen voor het stilleggen van de huishoudwaterlevering bij vijf van de zes proefprojecten

<i>proefproject</i>	<i>omschrijving reden voor stopzetten huishoudwaterlevering</i>
Dichteren, Doetinchem	Door technische problemen met het zuiveringssysteem is de huishoudwaterlevering niet op gang gekomen. De levering zou oorspronkelijk worden uitgesteld naar een later tijdstip, maar inmiddels heeft Vitens besloten alle voorbereidingen voor huishoudwaterprojecten stop te zetten, geen nieuwe verplichtingen aan te gaan en alle huishoudwateractiviteiten te beëindigen. Heroverweging van de beleidslijn vindt plaats na het vertalen naar wetgeving van de resultaten van dit onderzoek door het Ministerie van VROM.
Buitenhof, Druten	Door technische problemen met het zuiveringssysteem is de levering van huishoudwater al in een vroeg stadium stopgezet. Op basis van een beleidsbeslissing van Vitens (zie Dichteren) is het project beëindigd.
Meerhoven, Eindhoven	Om economische redenen heeft Brabant Water besloten het project te beëindigen. De vraag naar Bqua vanuit de industrie bleef achter bij de verwachtingen. Alle huishoudwaterinstallaties zullen worden ontmanteld.
Leidsche Rijn, Utrecht	Naar aanleiding van de incidenten eind 2001 en begin 2002 is besloten de levering van huishoudwater stop te zetten en drinkwater te leveren via het huishoudwaternet. Deze situatie is op last van VROM Inspectie gehandhaafd, totdat voldoende garanties kunnen worden gegeven voor een goede borging van de veiligheid. Eind januari 2003 is definitief besloten de levering van huishoudwater in Leidsche Rijn niet meer te hervatten.
Noordwest, Wageningen	Bij de driejaarlijkse controle van de binneninstallaties die n.a.v. de incidenten in Leidsche Rijn naar voren is gehaald zijn ook op deze locatie verkeerde aansluitingen aangetroffen. Op dat moment is besloten de levering van huishoudwater stop te zetten. Op basis van een beleidsbeslissing van Vitens (zie Dichteren) is het project beëindigd.

De noodzaak voor een goede procedurele borging van de levering van huishoudwater binnen de organisatie van het waterleidingbedrijf blijkt onder andere uit:

- het incident in Leidsche Rijn waarbij de koppeling tussen het huishoudwaternet en een hoofdleiding van het drinkwaternet niet tijdig is verwijderd;
- de verkeerde aansluitingen van huishoudwater en drinkwater in de meterkast bij de gebruikers (kruisverbindingen) zoals dat bij meerdere huishoudwaterprojecten is vastgesteld;
- het verkeerde gebruik van huishoudwater binnen huishoudens, bijvoorbeeld voor het vullen van een kinderbadje;
- het verkeerde gebruik van huishoudwater binnen huishoudens door het al dan niet bewust aansluiten van nieuw gecreëerde tappunten op huishoudwater, bijvoorbeeld de aansluiting van een keukenblok in de garage op huishoudwater.

De laatste twee aandachtspunten hebben betrekking op het beïnvloeden van de handelswijze van een externe doelgroep (gebonden klant) middels voorlichting. In dat verband moet ook de vraag worden gesteld waar de verantwoordelijkheid van de leverancier stopt en van de klant begint.

De taskforce die door het waterleidingbedrijf Hydron Midden Nederland is ingesteld naar aanleiding van de twee incidenten in Leidsche Rijn heeft op basis van een risicoanalyse een aantal risicopunten geïnventariseerd die een rol spelen bij de aanleg en inbedrijfname van een dubbel leidingnet:

1. wanverbindingen in hoofdleidingen doordat hulpstukken en appendages voor drinkwater en huishoudwater dezelfde kleur bezitten;
2. tijdelijke doorverbindingen tussen drinkwaternet en huishoudwaternet ten behoeve van de ingebruikname;
3. schakelfouten door het bedienen van afsluiters in het hoofdleidingnet door ondeskundige personen of zonder dat personen de consequenties kunnen overzien;
4. mogelijkheid tot fouten bij inbedrijfname van een dubbel leidingnet door het ontbreken van een inbedrijfnameplan;
5. verwisselde dienstleidingen in de meterkast;
6. ondeskundige medewerkers van aannemersbedrijven in de aanlegfase;
7. fouten in de toekomst bij reconstructies, beheer en onderhoud, schades;
8. niet geborgde wanverbindingen, met name buiten de invloedssfeer van het waterleidingbedrijf (kruisverbindingen in de woning).

	Meerhoven, Eindhoven	Leidsche Rijn, Utrecht	Waterwijk, Amsterdam	Noordwest, Wageningen
<b>Omschrijving</b> (hoofdstuk 2)				
bron zuivering toepassing	<ul style="list-style-type: none"> <li>oppervlaktewater Beatrixkanaal</li> <li>ultrafiltratie + actieve-koolfiltratie</li> <li>wasmachine + toilet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oppervlaktewater Lekkanaal</li> <li>coag./floc./sedim. + snel-filtratie (WRK halffabrikaat)</li> <li>wasmachine + toilet +buitenkraan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>hemelwater</li> <li>groffiltratie (180 µm)</li> <li>toilet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>grondwater/ oppervlakte-water (gem. 72 %/ 28 %)</li> <li>2-traps snelfiltratie + UV</li> <li>wasmachine + toilet +buitenkraan</li> </ul>
<b>Volksgezondheid</b> (hoofdstuk 4.1)				
microbiologische veiligheid  (hoofdstuk 4.1.1.)	<p>pathogenen in de grondstof: enterovirussen Cryptosporidium/Giardia Campylobacter</p> <p>veiligheidsmarges zijn ruim: virussen 5 log Campylobacter 3 log</p> <p>Enkelvoudige barrière in de zuivering vormt risico</p> <p><b>HHW is microbiologisch veilig</b></p>	<p>pathogenen in de grondstof: Norwalk-like calicivirussen Cryptosporidium/Giardia Campylobacter</p> <p>veiligheidsmarges gering: virussen 1,3 log Campylobacter 0,4 log</p> <p>In de winter hoog infectierisico Norwalk-like calicivirussen door piek in de bron</p> <p><b>HHW is <u>onvoldoende</u> microbiologisch veilig</b></p>	<p>pathogenen in de grondstof: Cryptosporidium/Giardia</p> <p>veiligheidsmarges: geen</p> <p>Risico volksgezondheid door kans op fecale besmetting HHW</p> <p><b>HHW is <u>niet</u> microbiologisch veilig</b></p>	<p>pathogenen in de grondstof: Campylobacter</p> <p>veiligheidsmarges: virussen 5 log Campylobacter 0,6 log</p> <p>Mogelijk fecale besmetting vanuit aandeel slotwater. Veiligheids-marge zuivering voldoende.</p> <p><b>HHW is microbiologisch veilig</b></p>
biologische stabiliteit en nagroei  (hoofdstuk 4.1.2.)	<p>In HHW:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>AOC-gehalte tot 50 µg ac-C/l</li> <li>ATP-gehalte tot 500 ng ATP/l</li> </ul> <p>biofilm-monitor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BVS-waarde 500 pg ATP/cm<sup>2</sup>-dag</li> </ul> <p>Biofilm in voorz. gebied:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3.000 pg ATP/cm<sup>2</sup></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hoge mangaanafzetting in de biofilmmonitor</li> <li>Geen <i>Legionella</i> aangetroffen</li> </ul> <p><b>HHW is <u>niet</u> biologisch stabiel</b></p>	<p>In HHW:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>AOC-gehalte tot 24 µg ac-C/l</li> <li>ATP-gehalte tot 45 ng ATP/l</li> </ul> <p>biofilm-monitor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BVS-waarde 1,2 pg ATP/cm<sup>2</sup>-dag</li> </ul> <p>Biofilm in voorz. gebied:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1.200 pg ATP/cm<sup>2</sup></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Geen <i>Legionella</i> aangetroffen</li> </ul> <p><b>HHW is <u>redelijk</u> biol. stabiel</b></p>	<p>In HHW:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>AOC-gehalte tot 6,7 µg ac-C/l</li> <li>ATP-gehalte tot 1.600 ng ATP/l</li> </ul> <p>biofilm-monitor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BVS-waarde 115 pg ATP/cm<sup>2</sup>-dag</li> </ul> <p>Biofilm in voorz. gebied:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>31.000 pg ATP/cm<sup>2</sup></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>hoge ijzerafzetting in biofilmmonitor</li> <li><i>Legionella</i> aangetroffen</li> </ul> <p><b>HHW is <u>niet</u> biologisch stabiel</b></p>	<p>In HHW:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>AOC-gehalte tot 41 µg ac-C/l</li> <li>ATP-gehalte tot 23 ng ATP/l</li> </ul> <p>biofilm-monitor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BVS-waarde 620 pg ATP/cm<sup>2</sup>-dag</li> </ul> <p>Biofilm in voorz. gebied:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5.000 pg ATP/cm<sup>2</sup></li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>hoge ijzerafzetting in biofilmmonitor</li> <li>Geen <i>Legionella</i> aangetroffen</li> </ul> <p><b>HHW is <u>niet</u> biologisch stabiel</b></p>

	<b>Meerhoven, Eindhoven</b>	<b>Leidsche Rijn, Utrecht</b>	<b>Waterwijk, Amsterdam</b>	<b>Noordwest, Wageningen</b>
toxicologie (hoofdstuk 4.1.3)	aangetroffen in HHW: As, Cd, Pb, Se < norm WLB <b>Ni &gt; norm WLB</b>  organische micro's niet gemeten	aangetroffen in HHW: As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Se, Zn, alle < norm WLB  beta HCH < norm WLB	aangetroffen in HHW: Zn, < norm WLB  geen organische micro's	aangetroffen in HHW: geen zware metalen  <b>BAM &gt; 0,1 µg/l</b>
<b>Milieu</b> (hoofdstuk 4.2)				
Benchmark	<b>hogere milieubelasting HHW</b> dan DW; benchmarkpunten: • HHW 46 • DW 24	lagere milieubelasting HHW dan DW; benchmarkpunten [mPt]: • HHW 15 • DW 24 milieuvoordeel : 450 mPt/huishouden/jaar	lagere milieubelasting HHW dan DW; benchmarkpunten [mPt]: • HHW 3 • DW 25 milieuvoordeel : 1.060 mPt/huishouden/jaar	lagere milieubelasting HHW dan DW; benchmarkpunten [mPt]: • HHW 2 • DW 16 milieuvoordeel : 670 mPt/huishouden/jaar
<b>Klant</b> (hoofdstuk 4.3)				
Perceptie	verkleuringen was aanslag toilet waterdruk (te) laag		storingen/verstoppingen wijzigingen in waterkwaliteit 50 % onbekend met HHW	
Tevredenheid	74 % tevreden met HHW	89 % tevreden met HHW	78 % tevreden met HHW	83 % tevreden met HHW
voorlichting	66 % info ontvangen 79 % tevreden over info 32 % wil meer info	81 % info ontvangen 76 % tevreden over info 29 % wil meer info	49 % info ontvangen 52 % tevreden over info 44 % wil meer info	79 % info ontvangen 79 % tevreden over info 33 % wil meer info
Corrosie- en hardheid	grote kans op aantasting koper/messing kans op aantasting ijzer/staal	kans op aantasting ijzer/staal	sterke variatie zoutgehalte (overschrijding norm EGV)	kans op kalkafzetting bij hoge temperatuur
Esthetische parameters	mangaan > norm WLB continu hoge concentraties	geen opmerkingen	mangaan > norm WLB wisselend hoge en lage conc.	geen opmerkingen
<b>Ervaringen/Incidenten</b> (hoofdstuk 5)				
	Bij 2 woningen oneigenlijk gebruik van HHW geconstateerd	december 2001; verontreiniging DW-net met HHW	verstoppingsproblemen met groffilters	kruisverbinding bij twee woningen geconstateerd
	project is beëindigd door stagnatie vraag bij industrie naar Bqua	januari 2002; kruisverbinding bij vijf woningen geconstateerd	verkeerde verbinding waarbij afvalwater in de hemelwaterafvoer terecht komt	in één woning oneigenlijk gebruik aangetroffen
		levering HHW nog niet hervat (december 2002)	risicodragende factoren op vermeerdering van <i>Legionella</i> aanw.	pictogrammen 'geen drinkwater' in aantal woningen verdwenen

Tabel 6.1 Resultaten van het monitoringprogramma voor vier huishoudwaterprojecten gepresenteerd per onderwerp



# 7 Conclusies en aanbevelingen

## 7.1 Conclusies volksgezondheidsaspecten

Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat de gezondheidsrisico's van huishoudwater vrijwel volledig worden bepaald door de microbiologische kwaliteit van het huishoudwater. Ook bij juist gebruik van huishoudwater kan niet in alle gevallen worden gegarandeerd dat het infectierisico van ziekteverwekkende micro-organismen van fecale herkomst kleiner is dan  $10^{-4}$  per persoon per jaar.

De onvoldoende biologische stabiliteit van het huishoudwater leidt tot groei van micro-organismen en biofilmvorming in het distributienet. Onder deze omstandigheden moet bij de juiste condities rekening worden gehouden met een verhoogde kans op vermeerdering van *Legionella* en andere ongewenste micro-organismen. Uit de risicoanalyses die zijn uitgevoerd in 16 woningen blijkt dat in de helft van de onderzochte woningen huishoudwater opwarmt tot temperaturen boven 20 °C, een conditie waarbij groei van *Legionella* zou kunnen plaatsvinden. Door monsterneming en analyse is *Legionella* alleen aangetoond in het huishoudwater van de Waterwijk.

Uit de resultaten van de in dit onderzoek beschouwde proefprojecten voor de levering van huishoudwater blijkt dat het niet eenvoudig is om te voldoen aan de voorwaarde uit artikel 2 van het Waterleidingbesluit. In dit artikel wordt huishoudwater uitgezonderd van een aantal hoofdstukken uit het Waterleidingbesluit onder de voorwaarde dat de kwaliteit van huishoudwater niet van invloed is op de gezondheid van de betrokken verbruikers.

De juiste aanleg en inbedrijfname van het dubbel leidingnet in een nieuwbouwwijk is momenteel onvoldoende geborgd. Hierdoor is er een kans op besmetting van het drinkwatersysteem met huishoudwater zodat er risico's ontstaan voor de volksgezondheid.

Drinkwaterbedrijven wijzen er in hun voorlichtingsbrochures nadrukkelijk op dat huishoudwater niet bedoeld is voor consumptie. Door verkeerde aansluitingen in woningen enerzijds en het, ondanks uitgebreide voorlichting, ongewenst gebruik van huishoudwater anderzijds blijkt in de praktijk niet altijd gegarandeerd te kunnen worden dat huishoudwater niet wordt geconsumeerd.

Op grond van nader onderzoek naar gezondheidseffecten van de incidenten in Leidsche Rijn is het zeer aannemelijk dat er ziektegevallen zijn opgetreden als gevolg van besmettingen van het drinkwatersysteem met huishoudwater.

## 7.2 Conclusies milieuaspecten

Met uitzondering van het project Meerhoven in Eindhoven zijn bij de onderzochte projecten de milieuvoordelen van het huishoudwatersysteem aantoonbaar. Het milieurendement kan echter per locatie verschillen en hangt af van lokale factoren.

Berekeningen met de Eco-indicator methode tonen aan dat de milieuvordelen van toepassing van huishoudwater in absolute zin zeer beperkt zijn. Gebruik van huishoudwater in een woning gedurende een periode van één jaar levert net zoveel milieuwinst op als het achterwege laten van één autorit van 80 km.

Op grond van nader onderzoek op de locatie Meerhoven te Eindhoven zijn er aanwijzingen dat de bewoners minder zorgvuldig omgaan met het gebruik van leidingwater (verbruik 118 - 120 m<sup>3</sup>) dan bewoners van nieuwbouwwoningen in het algemeen (95 - 100 m<sup>3</sup>/jaar gemiddeld).

Door toepassing van huishoudwater voor toilet en wasmachine kan circa 40 % van het totale waterverbruik worden vervangen door huishoudwater. In verdrogingsgevoelige gebieden waar gebruik wordt gemaakt van grondwater voor de drinkwaterproductie leidt dit tot een verbetering van het milieurendement van huishoudwater.

De concentraties zware metalen en organische microverontreinigingen in het product huishoudwater voldoen, op een enkele uitzondering na, aan de streefwaarden uit de EvaluatieNotaWater uit 1994. Op grond hiervan kan voor de proefprojecten worden geconcludeerd dat door gebruik van huishoudwater geen diffuse verspreiding van verontreinigingen naar andere milieucompartimenten plaatsheeft.

Op twee locaties, Leidsche Rijn en Meerhoven, is vastgesteld dat een aanzienlijk deel van de zware metalen uit de grondstof, waaronder cadmium en kwik, in de zuivering wordt verwijderd en daarbij uiteindelijk in geconcentreerde vorm in het zuiveringslib of het membraanconcentraat terecht komt. Het is niet bekend in hoeverre dit consequenties heeft gehad voor de afzet van het lib en concentraat.

Indien voor de distributie van zowel drinkwater als huishoudwater in een woning koperen leidingen worden gebruikt, moet door de matige conditionering van huishoudwater rekening worden gehouden met een verhoogde koperbelasting van het milieu. Uit eerder onderzoek blijkt dat als voor huishoudwater kunststof leidingen worden gebruikt, de koperbelasting vanuit een huishouden met 30 % kan afnemen [15]. Voor de hier beschouwde proefprojecten geldt dat alleen in Meerhoven in een deel van de woningen koperen leidingen zijn gebruikt voor de distributie van huishoudwater.

### **7.3 Conclusies klantenaspecten**

Gemiddeld zo'n 84 % van de gebruikers van huishoudwater is tevreden over het product, 11 % is neutraal en 5 % is ontevreden of zeer ontevreden.

Klachten van gebruikers van huishoudwater richten zich met name op de esthetische aspecten geur, kleur en troebelheid, de aanslag in het toilet en de verkleuring van de was.

Aangezien de klachten hoofdzakelijk optreden bij twee projecten waarbij de norm voor mangaan uit het Waterleidingbesluit regelmatig wordt overschreden (Waterwijk en

Meerhoven), is het aannemelijk dat de klachten door deze parameter worden veroorzaakt.

Omdat de conditionering van huishoudwater in vergelijking met drinkwater minder aandacht krijgt, is er een grotere kans op putcorrosie als er koperen leidingen worden gebruikt voor huishoudwater in de woning, op ongewenste corrosie van ijzer en staal in apparaten die zijn aangesloten op huishoudwater en op afzetting van kalksteen bij hogere temperaturen in de wasmachine.

De bewoners van een aantal wijken waarin huishoudwater wordt geleverd zijn nog relatief onbekend met het begrip huishoudwater. Extra voorlichtingscampagnes die met enige regelmaat worden herhaald, kunnen deze situatie verbeteren. In die voorlichting moet stelliger worden aangegeven dat huishoudwater niet geschikt is voor consumptie en het vullen van kinderbadjes. De bewoner zelf geeft aan met enige regelmaat informatie te willen ontvangen, waarbij naast het gebruik ook aandacht wordt gegeven aan de achtergronden en eigenschappen van het product huishoudwater.

#### **7.4 Samenvatting conclusies**

Uit dit onderzoek blijkt dat de gezondheidsrisico's van het gebruik van huishoudwater vrijwel geheel worden bepaald door de microbiologische veiligheid van huishoudwater. Op grond van de eerste praktijkervaringen met de levering van huishoudwater blijkt dat de eerste prioriteit ligt in het voorkomen dat huishoudwater door de bewoners bewust of onbewust wordt geconsumeerd. Om die reden verdienen de volgende aspecten bijzondere aandacht:

- het voorkómen van kruisverbindingen tussen drinkwater- en huishoudwaternet buiten en in de woning tijdens de aanleg;
- de procedurele borging van de juiste aanleg, inbedrijfname en het in bedrijf houden van het huishoudwatersysteem.
- een goede voorlichting van de gebruikers gericht op het voorkómen van verkeerd gebruik van huishoudwater en het voorkómen van verkeerde aansluitingen in de woning;
- een goede voorlichting van installateurs gericht op het voorkómen van verkeerde aansluitingen in de woning;
- het verbeteren van de microbiologische veiligheid van het huishoudwater zelf.

Aandacht voor deze vijf aspecten leidt tot minimalisatie van het risico voor de volksgezondheid, dat ongetwijfeld het belangrijkste afbreukrisico is voor het huishoudwaterconcept.

Een tweede belangrijk afbreukrisico is de ontevredenheid van de klant over het product. De resultaten van dit onderzoek tonen aan dat van de esthetische parameters geur, kleur, troebelheid, ijzer en mangaan (met name de verwijdering van de laatste parameter) veel aandacht dienen te krijgen bij de productie van huishoudwater.

## 7.5 Aanbevelingen

Onderstaande aanbevelingen zijn er op gericht:

- om het risico op infectie door ziekteverwekkende micro-organismen van fecale herkomst bij gebruik van huishoudwater te verlagen zodat kan worden voldaan aan de voorlopige grenswaarde uit het Waterleidingbesluit (infectierisico  $< 10^{-4}$  per persoon per jaar);
- om de kans op vermeerdering van opportunistische ziekteverwekkers zoals *Legionella* in het huishoudwaterdistributienet te verlagen;
- om de voorlichting over huishoudwater te verbeteren, en
- om het aantal klachten over esthetische aspecten van huishoudwater te verminderen.

Van belang hierbij is dat de technische installaties die in de aanbevelingen worden bedoeld op adequate wijze worden ontworpen, bedreven en beheerd. Opvolgen van deze aanbevelingen zal leiden tot hogere investeringen en een lager milieuvoordeel waardoor huishoudwater zich als alternatief product steeds minder onderscheidt van drinkwater.

De aanbevelingen zijn:

- 1) Toepassing van een desinfectie met UV-licht als laatste stap bij de bereiding van huishoudwater waardoor de microbiologische veiligheid wordt verbeterd. Deze aanbeveling is gericht op een gewenste verlaging van de risico's op besmetting met ziekteverwekkende micro-organismen van fecale herkomst bij normaal gebruik van huishoudwater maar meer nog op het voorkómen van een besmetting bij ongewenst gebruik.
- 2) Toepassing van een filtratiestap (snelfiltratie, actieve-koolfiltratie) bij de bereiding van huishoudwater ter verbetering van de biologische stabiliteit.
- 3) Een onafhankelijke controle per individuele huisaansluiting na aanleg van het huishoudwatersysteem om de gezondheidsrisico's als gevolg van kruisverbindingen zoveel mogelijk te minimaliseren.
- 4) Een periodieke controle door het waterleidingbedrijf per individueel huishouden op verkeerde aansluitingen op het huishoudwaternet en/of kruisverbindingen tussen huishoudwaternet en drinkwaternet. In de praktijk moet blijken of de driejaarlijkse termijn die door het waterleidingbedrijf voor de wijk Noordwest in Wageningen wordt gehanteerd voldoende garanties biedt.
- 5) Het procedureel vastleggen van de in aanbevelingen 3 en 4 bedoelde controles in een kwaliteitshandboek.
- 6) Zo min mogelijk gebruik maken van koperen leidingen voor distributie van huishoudwater in een woning. De slechtere conditionering van huishoudwater kan enerzijds putcorrosie van koper veroorzaken hetgeen op termijn kan leiden tot lekkages en anderzijds aanleiding geven tot een hogere milieubelasting door koper.

- 7) Toepassing van huishoudwater beperken tot het gebruik in het toilet en de wasmachine aangezien bij die toepassingen de kans op verkeerd gebruik van huishoudwater klein is. De levering van huishoudwater bij de buitenkraan verhoogt de kans op verkeerd gebruik van huishoudwater, bijvoorbeeld door directe of indirecte consumptie (kinderbadje).
- 8) Voor de toegestane gehalten mangaan en ijzer in huishoudwater kwaliteitseisen stellen conform de normen voor drinkwater uit het Waterleidingbesluit, ter voorkoming van klachten.
- 9) Een nog betere voorlichting van gebruikers van huishoudwater met als doelen:
  - het voorkómen van verkeerd gebruik van huishoudwater (kinderbadje vullen);
  - het voorkómen dat doe-het-zelvers verkeerde aansluitingen in de woning maken;
  - het voorkómen van kruisverbindingen in de woning;
  - het informeren over de achtergronden en eigenschappen van huishoudwater (dus niet alleen over het gebruik);
  - het informeren over de verwachtingen die men mag hebben van huishoudwater.

Een overzicht van antwoorden op veel gestelde vragen over huishoudwater hoort bij deze voorlichting. Deze lijst, apart in een brochure uitgebracht en/of op een website gepubliceerd, kan het oneigenlijke gebruik van huishoudwater minimaliseren.

Verder dienen voorlichtingscampagnes met enige regelmaat te worden herhaald zodat ook nieuwe bewoners worden geïnformeerd en de kennis bij bestaande bewoners beter bekijft.

- 10) Opnemen van kwaliteitscriteria voor huishoudwater met betrekking tot microbiologische, fysisch-chemische en esthetische parameters in het beleidsstandpunt 'huishoudwater' - op te stellen door het Ministerie van VROM - op basis van de door het RIVM voorgestelde normering voor huishoudwater en de resultaten van dit onderzoek. Daarnaast wordt aanbevolen in het hetzelfde document eisen op te nemen met betrekking tot aanbeveling 5 (inzake de aanbevelingen 3 en 4) en aanbeveling 9 (inzake de voorlichting over huishoudwater).

## 8 Referenties

- [1] Brief van de Minister van VROM aan de Voorzitter van de Tweede Kamer, "Toepassing huishoudwater". Tweede Kamer, vergaderjaar 1998 – 1999, 26 484 nr. 1.
- [2] Versteegh, J.F.M., E.G. Evers en A.H. Havelaar. "Gezondheidsrisico's en normstelling voor huishoudwater." RIVM. rapportnr. 289202019. September 1997.
- [3] Kiwa. "Plan van aanpak beleidsonderbouwende monitoring huishoudwater". KOA 00.077, Oktober 2000.
- [4] Kiwa. *Kwaliteitscontrole van huishoudwater. Meetprogramma's en kosten.* SWI 98.186, september 1998.
- [5] VEWIN, 2001. *Water in zicht 2000; Bedrijfsvergelijking in de drinkwatersector*, VEWIN, Rijswijk.
- [6] Kiwa. *Bqua Meerhoven. Technical Final Report.* BTO 2001.186 (C). Life projectnummer LIFE 98 ENV/NL/00197. Januari 2002.
- [7] VROM Inspectie Noord-West. *Rapportage Leidsche Rijn. Verontreiniging van het drinkwater in Parkwijk (Leidsche Rijn) met huishoudwater in december 2001 en januari 2002.*
- [8] Kiwa in opdracht van VEWIN. *Microbiologische veiligheid van huishoudwater. Voor toepassing van toilet, wassen kleding en buitenkraan.* rapport SWE 99.010, oktober 1999.
- [9] Kiwa. *Optimale samenstelling van drinkwater.* Mededeling 100. Oktober 1988.
- [10] Kiwa. *AQUACALC versie 2.0. Handleiding.* SWS 97.510. november 1997.
- [11] GG&GD Utrecht. *Resultaten van het onderzoek naar de gezondheidseffecten van de vermenging van drinkwater met huishoudwater in Parkwijk, Leidsche Rijn.* Rapport 16 juli 2002.
- [12] Kiwa. *Microbiologische veiligheid van huishoudwater. Voor toepassing van toilet, wassen kleding en buitenkraan.* SWE 99.010. oktober 1999.
- [13] Ministerie van VROM. *Besluit van 9 januari 2001 tot wijziging van het Waterleidingbesluit in verband met de richtlijn betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water.* Staatsblad nr. 31 2001.
- [14] W. Hijnen, G. Medema en E. Koreman. *Veilig hergebruik van spoelwater.* H2O, nr. 7 pp. 25-26, 1999.
- [15] Kiwa. *Blootstelling en milieubelastingskoper door inzet huishoudwater.* KOA 99.058. 1999.

[16] Artesia in opdracht van Kiwa Water Research. *Berekening aandeel oppervlaktewater bij huishoudwaterproject Wageningen Noordwest, mei 2002.*

## 9 Overzicht Bijlagenrapporten

Bijlagenrapport nummer:	Gegevens bijlagenrapport
1	<i>Microbiologische aspecten van de levering van huishoudwater. Beleidsonderbouwende monitoring.</i> Kiwa Water Research. KWR 02.095 B. December 2002.
2	<i>Fysisch-chemische aspecten van de levering van huishoudwater. Beleidsonderbouwende monitoring.</i> Kiwa Water Research. KWR 02.095 C. December 2002.
3	<i>Evaluatie voorlichting huishoudwater.</i> Research International. Rapportnr. 30036. November 2001
4	<i>Tabellen Kiwa Voorlichting huishoudwater.</i> Research International. November 2001



# I Overzicht meetprogramma

## Totaal monitoringprogramma

Informatiebehoefte	Leidsche Rijn	Meerhoven	Noordwest	Buitenhof	Waterwijk	Dichteren ref. wijk
<b>Volksgezondheid</b>						
1 Ziekteverwekkers bron						
Cryptosporidium / Giardia	6b	6b	6b	6b	6b	6b
Enterovirus	6b	6b	6b	6b	6b	6b
Norwalk virus	6b	6b	6b	6b	6b	6b
Rotavirus	6b	6b	6b	6b	6b	6b
Campylobacter	6b	6b	6b	6b	6b	6b
2 Model micro-org. bron						
E.coli/therm. tol. Coli	52b	52b	52b	52b	26b	52b
Faec. Streptococcon	52b	52b	52b	52b	26b	52b
Sporen sulf.red. Clostr.	52b	52b	52b	52b	26b	52b
3 Model micro-org. na zuiv+ in net						
E.coli/therm. tol. Coli	52e, 52t	52e, 52t	52e, 52t	52e, 52t	26e, 26t	52e, 52t
Faec. Streptococcon	52e, 52t	52e, 52t	52e, 52t	52e, 52t	26e, 26t	52e, 52t
Sporen sulf.red. Clostr.	52e, 52t	52e, 52t	52e, 52t	52e, 52t	26e, 26t	52e, 52t
4 Risico-analyse Legionella	1x	1x	1x	1x	1x	1x
5 Biofilmpakket	1x	1x	1x	1x	1x	1x
6 Toxische stoffen						
arsen	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e		2b, 2e
cadmium	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e
cyaniden	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e		2b, 2e
chromium	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e		2b, 2e
kwik	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e		2b, 2e
nikkel	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e		2b, 2e
lood	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e
seleen	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e		2b, 2e
zink					2b, 2e	
pesticiden	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e		2b, 2e
pesticiden (ind)	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e		2b, 2e
PAK's	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e
PCB's	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e		2b, 2e
benzeen	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e		2b, 2e
koper				2e	2e	2b, 2e
EOX	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e	2b, 2e		2b, 2e
7 ziektegevallen door hhw		1x				
8 onderbr. levering	1x	1x	1x		1x	
9 binneninstall. kruisverb			1x		1x	
10 % huizen oneig. gebruik			1x		1x	

<b>Informatiebehoefte</b>	Leidsche Rijn	Meer-hoven	Noordwest	Buitenhof	Waterwijk	Dichteren	ref. wijk
11 Parameters corrosie							
pH	52e, 52t	52e, 52t	52e, 52t	52e, 52t	26e, 26t	52e, 52t	
T	52e, 52t	52e, 52t	52e, 52t	52e, 52t	26e, 26t	52e, 52t	
TACC	4e	4e	4e	12e	12e	12e	
waterstofcarbonaat	12e, 12t	12e, 12t	12e, 12t	12e, 12t	12e, 12t	12e, 12t	
sulfaat	4e	4e	4e	12e	12e	12e	
chloride	4e	4e	4e	12e	12e	12e	
EGV	12e	12e	12e	52e	52e	52e	
calcium	4e	4e	4e	12e	12e	12e	
14 drukverschil hhw en dwnet	2x		2x				
<b>Milieu</b>							
15 waterverbruik t/w/b							1x
16 Verbruik hhw en dw	1x	1x			1x	1x	1x
17 Verbruik water spui		1x	1x		1x		1x
18 winning en herkomst grondwater	1x	1x	1x	1x	1x	1x	
19 verbruik chemicaliën	1x	1x	1x	1x	1x	1x	1x
20 energieverbruik hhw/dw en alleen dw	1x	1x	1x	1x	1x	1x	1x
21 Afvalstromen	1x	1x	1x	1x	1x	1x	1x
22 Hoeveelh.gebruikte materialen		1x	1x		1x		
23 Samenst. spoelwater hhw/dw en alleen dw	1x	1x	1x	1x	1x		1x
24 verontr. in milieu	zie punt 6		zie punt 6				
<b>Tevredenheid klanten</b>							
25 voorl. behoefte	2x	2x	2x	2x	2x	2x	
26 metingen ijzer	26t	26t	26t	26t	26t	26t	
mangaan	26t	26t	26t	26t	26t	26t	
28 inventarisatie klachten	2x	2x	2x	2x	2x	2x	
29 accept. duur onderbr.	2x	2x	2x	2x	2x	2x	

normaal gedrukt: volgens meetprogramma (Kiwa SWI 98.183)  
**vet gedrukt:** additioneel op meetprogramma

b = bron; e = eindproduct; t = af tap

NB Het aantal locaties waar af tap gemeten moet worden is afhankelijk van het productievolume.