



Peter van der Maas, Waterlaboratorium Noord  
Dirk van der Woerd, Waterbedrijf Groningen

# Stroomkeuze nieuwe oppervlaktewaterzuivering De Punt

Waterbedrijf Groningen gaat meer water winnen uit de Drentsche Aa. De oppervlaktewaterwinning op de locatie De Punt wordt uitgebreid tot een capaciteit van ruim zeven miljoen kubieke meter per jaar. Daarnaast wordt in het kader van het Watervoorzieningsplan Groningen-Drenthe in De Punt jaarlijks nog eens anderhalf miljoen kubieke meter water betrokken van Waterleidingmaatschappij Drenthe. Door deze maatregelen kan de grondwaterwinning in De Punt worden beperkt tot vier miljoen kubieke meter per jaar. De verwachting is dat dit een positief effect heeft op de natuur in het gebied. Dit artikel belicht de stroomkeuze voor de nieuwe oppervlaktewaterzuivering. Maatgevend daarbij is de verwijdering van pathogene micro-organismen op basis van de huidige Inspectierichtlijn analyse microbiologische veiligheid drinkwater.

Op drinkwaterproductielocatie De Punt wordt drinkwater geproduceerd uit zowel grond- als oppervlaktewater. In de huidige situatie vindt de drinkwaterbereiding plaats via de volgende stappen. Na passage van een mengbekken ten behoeve van kwaliteitsafvlakking (verblijftijd circa 60 dagen) wordt het

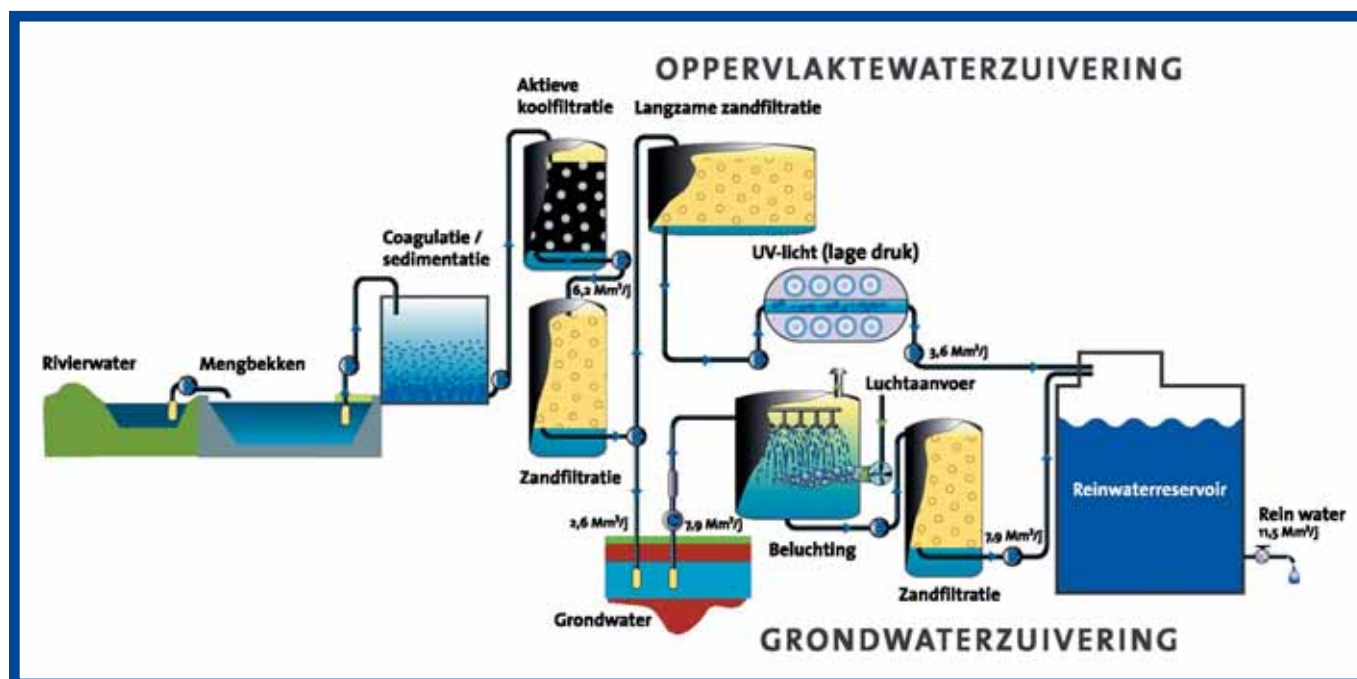
oppervlaktewater gezuiverd via coagulatie / sedimentatie, actieve koolfiltratie, snelle zandfiltratie, langzame zandfiltratie en UV-desinfectie. Deze laatste stap is operationeel sinds mei 2005. Momenteel wordt ongeveer de helft van het water vóór de langzame zandfilters afgesplitst en geïnfilteerd in de bodem. Vervolgens wordt het

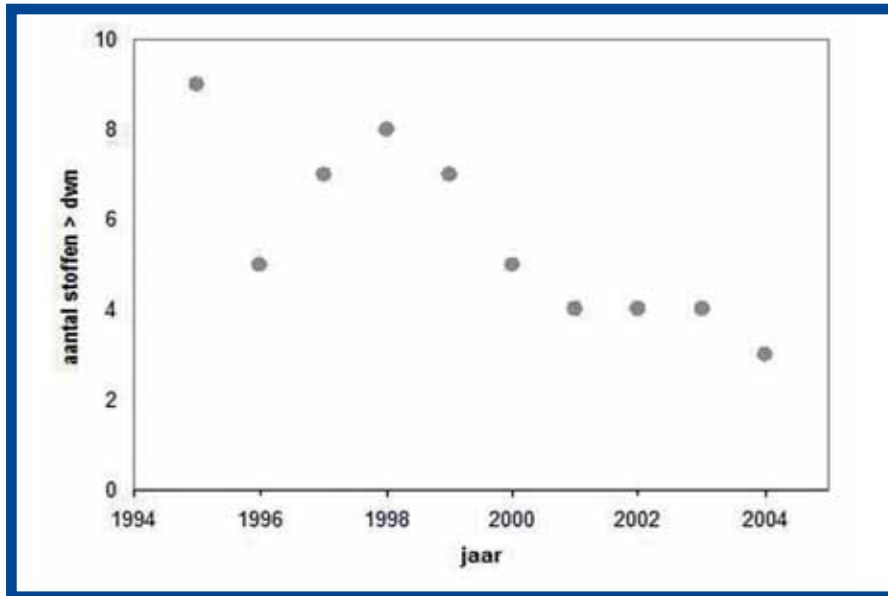
na een bodemverblijftijd van gemiddeld ruim twee maanden weer opgepompt en nagezuiverd in de grondwaterzuivering (zie afbeelding 1).

## Kwaliteit oppervlaktewater

Het verloop van de waterkwaliteit van de Drentsche Aa in de afgelopen decennia

Afb. 1: De drinkwaterproductielocatie De Punt.





Afb. 2: Aantal verschillende bestrijdingsmiddelen aangetroffen in concentraties boven de drinkwaternorm.

vertoont een voortdurende verbetering, die het gevolg is van verscherpte regelgeving voor onder meer het gebruik van bestrijdingsmiddelen en lozing van afvalwater. De ontwikkelingen in de loop der jaren leidde tot een opeenstapeling van beschermingsmaatregelen in het stroomgebied<sup>6</sup>: het instellen van spuitvrije zones, het inrichten van alternatieve vulplaatsen voor spuitapparatuur, het aansluiten van de buitengebieden op de riolering en het saneren van de rioolwateroverstorten.

Afbeelding 2 illustreert de kwaliteitsverbetering. Zichtbaar is een afname in het aantal verschillende bestrijdingsmiddelen dat is aangetroffen in concentraties boven de drinkwaternorm (innamepunt Drentsche Aa).

Ondanks deze positieve trend in de ruwwaterkwaliteit is nog geen sprake van een dusdanige grondstof voor de drinkwaterbereiding dat kan worden volstaan met een eenvoudige zuivering zoals bedoeld in de Kaderrichtlijn Water. Daarnaast is ervoor gekozen om de nieuwe oppervlaktewaterzuivering te ontwerpen op een theoretische 'worstcase'-waterkwaliteit om in alle voorkomende omstandigheden te kunnen voldoen aan de eisen die vanuit oogpunt van de volksgezondheid moeten worden gesteld aan het drinkwater. De vraag is dan: wat is de kwaliteit van het te zuiveren water onder extreem ongunstige omstandigheden?

Op basis van historische meetdata blijkt een beperkt aantal parameters relevant voor de

vaststelling van deze theoretische kwaliteit onder extreme situaties: twee bestrijdingsmiddelen (glyfosaat en MCP), twee geneesmiddelen (lyncomysine en sulfamethoxazol) en vier pathogene micro-organismen (enterovirussen, *Giardia*, *Cryptosporidium* en *Campylobacter*).

De maatgevende concentraties zijn geschat voor het geval het voedingswater (Drentsche Aa / mengbekken) extreem wordt belast vanwege het illegaal spoelen van een spuittank (bestrijdingsmiddelen), extreme overstort van rioolwater (geneesmiddelen, enterovirussen), extreme mestuitspoeling (*Giardia* en *Cryptosporidium*) en het voorkomen van veel watervogels in het mengbekken (*Campylobacter*).

Tabel 1 vat de maatgevende 'worstcase'-concentraties samen voor het rivierwater (Drentsche Aa) en het mengbekken. In het mengbekken vindt afvlakking van concentraties plaats, waardoor de maximale meetwaarden hier lager liggen. Een uitzondering vormt *Campylobacter*. De concentratie van deze ziekteverwekker wordt met name bepaald door de aanwezigheid van watervogels. In strenge winters kunnen, als gevolg van het dichtvriezen van naburige kleine wateroppervlakten, grote aantallen watervogels worden aangetroffen in het mengbekken, met als gevolg hoge concentraties *Campylobacter*.

Tabel 2 toont de verhouding tussen de 'worstcase'-waterkwaliteit (theorie, op basis van berekening) en de maximale meetwaarde over de periode 1995-2005.

In vergelijking met een desinfectie-ontwerp op basis van de maximale meetwaarde leidt de 'worstcase'-benadering tot een hogere benodigde desinfectiecapaciteit (0.3 tot 2.1 log-eenheden extra, afhankelijk van type pathogeen). Omdat voor protozoa (*Giardia* en *Cryptosporidium*) en enterovirussen echter weinig meetdata beschikbaar zijn, is de theoretische 'worstcase'-benadering goed verdedigbaar. De 'worstcase'-kwaliteit voor *Campylobacter* is gebaseerd op de maximale meetwaarde met een veiligheidsfactor 2. Het toepassen van deze factor is reëel, omdat echt strenge winters ontbreken in onze meetset (2001-2005). In strenge winters is het reëel dat het huidige maximum wordt overschreden.

**Benodigde zuiveringsprestatie**

De benodigde zuiveringsprestatie is de resultante van de gedefinieerde ruwwaterkwaliteit en de reinwaternorm. Wat dit laatste betreft is uitgegaan van de huidige Inspectierichtlijn van VROM (januari 2005) met betrekking tot de microbiologische risicoanalyse die in het Waterleidingbesluit van 2001 wordt gevraagd. Deze richtlijn is gebaseerd op een maximaal risico van één infectie per 10.000 inwoners per jaar, waarbij het waterbedrijf moet kunnen aantonen dat hieraan wordt voldaan op basis van de ruwwaterkwaliteit en de zuiveringsprestatie. Het maximale infectierisico van één per 10.000 inwoners per jaar kan worden 'teruggerekend' naar een grenswaarde voor

Tabel 1. Theoretische 'worstcase'-kwaliteit oppervlaktewater De Punt.

categorie	parameter	Drentsche	men-
		Aa	bekken
bestrijdingsmiddelen	glyfosaat (µg/l)	4	0,2
	MCP (µg/l)	2	0.1
geneesmiddelen	lincomycine (ng/l)	0.06	0.003
	sulfamethoxazol (ng/l)	12	0.6
ziekteverwekkende micro-organismen	enterovirussen (n/l)	5	0.5
	<i>Giardia</i> (n/l)	350	35
	<i>Cryptosporidium</i> (n/l)	35	3.5
	<i>Campylobacter</i> (n/l)	14.000	20.000

Tabel 2. 'Worstcase'-waterkwaliteit van het mengbekken in relatie tot de maximale meetwaarde (aantal metingen tussen haakjes).

pathogeen	'worstcase' (n/l)	maximale meetwaarde (n/l)	factor	extra logverwijdering
enterovirussen	0.5	0.006 (4)	83	+ 1.9
<i>Giardia</i>	35	0.24 (23)	146	+ 2.1
<i>Cryptosporidium</i>	3.5	0.10 (18)	35	+ 1.5
<i>Campylobacter</i>	20.000	10.000 (177)	2	+0.3

pathogenen in drinkwater:  $1.2 \times 10^{-6}$  per liter. Tabel 3 vat de vereiste verwijdering in de zuivering samen.

**Systeemkeuze desinfectie**

De systeemkeuze voor de nieuwe zuivering kwam tot stand na consultatie van een aantal collega-waterbedrijven en consultants. De vereiste desinfectiecapaciteit (tabel 3) was primair maatgevend. Uitgangspunt is dat de bestaande coagulatie / sedimentatie ook in de toekomstige zuivering als eerste stap wordt ingezet. Ultrafiltratie is overwogen als alternatief voor (snelle) zandfiltratie en als aanvullende verwijdering van pathogenen. Actieve koolfiltratie dient primair voor de verwijdering van bestrijdingsmiddelen en organische micro's. De hoofd-desinfectie bestaat uit UV-inactivatie. In geval van middendruk UV is sprake van AOC en nitrietvorming en dient UV te worden gevolgd door een biologische polishingstap. Daarvoor is biologische actieve koolfiltratie overwogen als alternatief voor de bestaande langzame zandfilters.

De belangrijkste alternatieven zijn gepresenteerd in afbeelding 3. Het zuiveringsscenario met (snelle) zandfiltratie en langzame zandfiltratie lijkt op de bestaande zuivering en wordt verder aangeduid met scenario 1. De optie waarin (snelle) zandfiltratie is vervangen door ultrafiltratie, is zuiverings-scenario 2. In zuiveringsscenario 3 met (snelle) zandfiltratie is de langzame zandfiltratie vervangen door biologische actieve koolfiltratie. Dit scenario lijkt op de zuivering van Berenplaat (Evides).

Voor elk scenario kan de desinfectiecapaciteit worden geschat met behulp van de eliminatiecapaciteit van de verschillende zuiveringstechnieken voor pathogenen. De toegekende DEC's zijn grotendeels gebaseerd op locatiemetingen aan de hand van indicator-organismen<sup>11</sup>. Voor *Campy-*

*lobacter* is E-coli als indicatororganisme gebruikt en sporen van sulfilterreducerende *Clostridia* (SSRC) voor *Giardia* en *Cryptosporidium*. Voor enterovirussen geldt bacterio-fagen als indicatororganisme. Daarnaast zijn waarden afgeleid uit publicaties van Kiwa<sup>2,3)</sup> en PWN<sup>4)</sup>. De inactivatie van *Campylobacter* door UV is vastgesteld met 'collimated beam'-experimenten (zie artikel hierna).

Op basis van de geschatte desinfectiecapaciteit van de voorzuivering kan de vereiste inactivatie worden bepaald die door UV moet worden geleverd (zie tabel 4).

Uit tabel 4 blijkt dat met name de eliminatie

van *Campylobacter* zwaar rust op UV-inactivatie. Op grond van literatuur en eigen 'collimated beam'-onderzoek blijken de scenario's 1 en 2 zonder meer te voldoen aan de vereiste desinfectiecapaciteit. De vereiste inactivatie van *Campylobacter* in scenario 3 (8.3 log-eenheden) kon niet experimenteel worden aangetoond, maar de uitkomsten van het 'collimated beam'-onderzoek maken de haalbaarheid wel aannemelijk. Alles overwegende heeft echter een zuivering met langzame zandfiltratie de voorkeur, omdat dit aanvullende desinfectiecapaciteit biedt, hetgeen met name voor *Giardia* welkom is. Bovendien levert langzame zandfiltratie een extra barrière voor UV-resistente organismen,

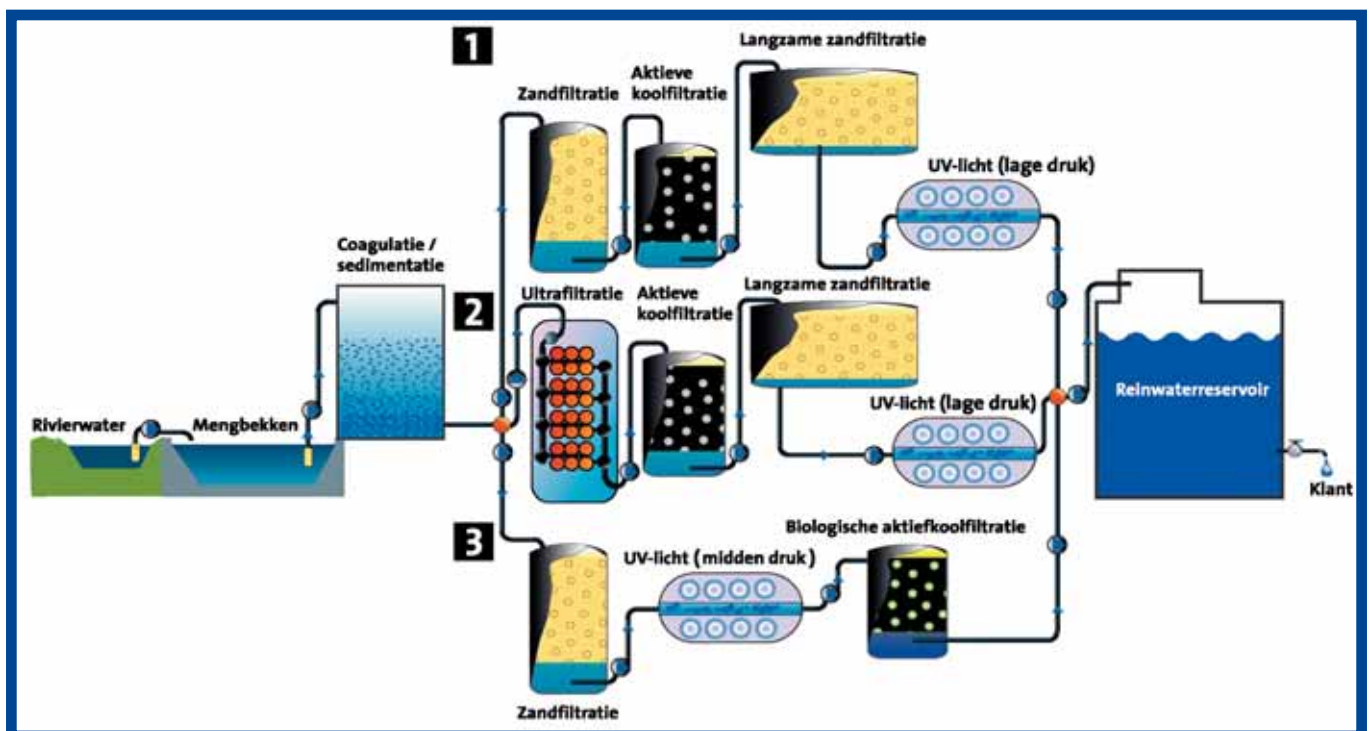
Tabel 3. Vereiste verwijderingscapaciteit nieuwe zuivering. (DEC = decimale eliminatiecapaciteit).

parameter	ruwwater 'worstcase'	norm reinwater	vereiste verwijdering
glyfosaat (µg/l)	0.2	<0.1	>50%
MCPD (µg/l)	0.1	<0.1	>10%
lincomycine (ng/l)	0.003	limiet RIVM 30.000	niet relevant
sulfamethoxazol (ng/l)	0.6	limiet RIVM 75.000	niet relevant
enterovirussen (n/l)	0.5	$1.2 \times 10^{-6}$	DEC 5.7
<i>Giardia</i> (n/l)	35	$1.2 \times 10^{-6}$	DEC 7.5
<i>Cryptosporidium</i> (n/l)	3.5	$1.2 \times 10^{-6}$	DEC 6.5
<i>Campylobacter</i> (n/l)	20.000	$1.2 \times 10^{-6}$	DEC 10.3

Tabel 4. Vereiste decimale eliminatiecredits (DEC) door UV.

	enterovirussen	<i>Giardia</i>	<i>Cryptosporidium</i>	<i>Campylobacter</i>
scenario 1	1.2	2.0	1.0	5.8
scenario 2	0	0	0	3.8
scenario 3	2.7	5.0	4.0	8.3

Afb. 3: Mogelijke zuiveringsscenario's.



zoals Adenovirussen, waarmee de robuustheid voldoende is veiliggesteld, ook naar de toekomst. Naast desinfectiecapaciteit en robuustheid draagt langzame zandfiltratie bij aan de productie van deeltjesarm en biologisch stabiel drinkwater.

Met ultrafiltratie (scenario 2) wordt het systeem weliswaar nog robuuster, maar ook substantieel duurder en minder duurzaam (hoger gebruik van chemicaliën en energie). Daarom kan een zuiveringsscenario met coagulatie/sedimentatie, snelfiltratie, actieve kool, UV en langzame zandfiltratie als optimaal worden beschouwd.

## Organische microverontreinigingen

Evenals bij de verwijdering van pathogene micro-organismen wordt ook bij organische microverontreinigingen een veiligheid ingebouwd ten gevolge van het ontwerp op basis van een 'worstcase'-waterkwaliteit. Tabel 3 geeft aan dat de zuivering voor glyfosaat een zuiveringsrendement moet hebben van minimaal 50 procent, terwijl MCPP reeds bij minimale verwijdering voldoet aan de drinkwaternorm. MCPP wordt afdoende door actieve kool verwijderd, terwijl glyfosaat met name wordt verwijderd door coagulatie<sup>7)</sup>. Het zuiveringsrendement van glyfosaat door de bestaande

zuivering bedraagt meer dan 70 procent. Overschrijdingen van de drinkwaternorm hebben tot dusver niet plaatsgevonden. Omdat de nieuwe zuivering qua processtappen overeenkomt met de huidige, mag worden aangenomen ook in de toekomst de glyfosaatconcentratie altijd onder de wettelijke norm van 0.1 µg/l blijft.

Wat geneesmiddelen betreft toont onderzoek van Kiwa<sup>5)</sup> en RIVM<sup>8)</sup> aan dat de Drentsche Aa schoon is in vergelijking met andere oppervlaktewaterbronnen waaruit drinkwater wordt geproduceerd. De aangetroffen concentraties geneesmiddelen liggen beneden de detectielimiet en zijn derhalve vele orden (> factor 10.000) lager dan de voorlopige limietwaarde voor drinkwater, zoals deze is voorgesteld door het RIVM.

Op grond van het bovenstaande en met adequaat beleid voor bronbescherming is het opnemen van geavanceerde oxidatietechnieken naast actieve kool voor de verwijdering van organische microverontreinigingen niet noodzakelijk, noch wenselijk.

## LITERATUUR

- 1) Hijnen W., G. Wübbels, A. Soppe, H. Wolters, P. Nobel, D. van der Kooij en G-J. Medema (1999). Verwijdering van indicatorbacteriën bij de

drinwaterbereiding op productielocatie de Punt. Waterbedrijf Groningen. Bedrijfsrapport VWM.

- 2) Hijnen W., E. Beerenkonk en G-J. Medema (2005). Inactivation credit of UV radiation for viruses, bacteria and protozoan (oo)cysts in water: a review. In voorbereiding.
- 3) Hijnen W., E. Beerendonk, P. Smets en G-J. Medema (2003). The efficacy of water treatment processes to remove microorganisms. Calculations from literature. BTO-rapport 2003.13.
- 4) Kruihof J., P. Kamp, B. Martijn, M. Belosevic en G. Williams (2004). UV/H2O2 treatment for primary disinfection and organic contaminant control at PWN's water treatment plant Andijk. Data gepresenteerd tijdens 57e vakantie cursus Watervoorziening, 14 januari 2005.
- 5) Mons M., A. Hoogeboom en T. Noij (2003). Pharmaceuticals and drinking water supply in the Netherlands. BTO-rapport 2003.040.
- 6) Sikkens M., G. Soppe en H. Wanningen (2004). Waterkwaliteit Drentsche Aa vanaf 1933 in beeld gebracht. H<sub>2</sub>O nr. 19, pag. 29-33.
- 7) Van der Velde R. (1998). Integrale zuivering: analyse oppervlaktewaterbedrijf De Punt. Interne notitie Waterbedrijf Groningen.
- 8) Versteegh J., A. Stolker, W. Niesing en J. Muller (2003). Geneesmiddelen in drinkwater en drinkwaterbronnen. RIVM. Rapport 703719004.