

MINDER DAN ÉÉN TOT TWEE PROCENT VAN DE NEDERLANDERS 'BEHANDELT' DRINKWATER

# 'Wonderapparaten' geven geen garantie tegen gif in water

Apparaten voor decentrale behandeling van drinkwater op huishoudelijke en kleinzakelijke schaal zijn er tegenwoordig in verschillende uitvoeringen. Het gebruik van dergelijke apparatuur is door de hoge kwaliteit van het Nederlandse drinkwater onder normale omstandigheden niet nodig. De kwaliteit van het water kan zelfs afnemen door niet vakkundig gebruik. In noodsituaties echter kan het publiek zo'n apparaat, dat bescherming biedt tegen besmetting van drinkwater, als een interessante optie zien en wellicht overgaan tot grootschalige aanschaf wanneer sprake is van één of andere bedreiging van de drinkwaterkwaliteit. De vraag is echter in hoeverre deze waterbehandelingsapparaten werkelijk bescherming kunnen bieden tegen vervuild water.

Om deze vraag te kunnen beantwoorden moet eerst worden vastgesteld uit welke stoffen of organismen een besmetting kan bestaan. Bij een aanslag door een terroristische organisatie, die bereid en in staat is dodelijke middelen op relatief grote schaal

in te zetten, zal het gaan om organische en anorganische verbindingen en micro-organismen als bacteriën, protozoa en virussen en hun sporen of cysten. De kans op een dergelijke aanslag in Nederland wordt overigens als zeer klein ingeschat.

Sinds de terroristische aanslagen in 2001 hebben diverse landen acties ondernomen om risico's voor de veiligheid van drinkwater in beeld te brengen en waar mogelijk het beschermingsniveau te verhogen. Aanslagen kunnen de gehele waterketen treffen, van de ruwwaterbron tot aan het tappunt. VEWIN coördineert het beleid op dit gebied in nauwe samenwerking met de VROM-Inspectie en de waterbedrijven. Het RIVM heeft een lijst opgesteld van strijdmiddelen: stoffen en micro-organismen, die opzettelijk ergens in de keten aan het drinkwater zouden kunnen worden toegevoegd.

Apparatuur voor de nabehandeling van drinkwater op huishoudelijke en kleinzakelijke schaal wordt om verschillende redenen op de markt gebracht, bijvoorbeeld voor ontharding van water, verwijdering van zware metalen als lood en voor chloor- of nitraatverwijdering. De populariteit van de diverse apparaten verschilt per land. In de Verenigde Staten gebruikt men veel apparaten die actieve kool bevatten om de chloorsmaak te verwijderen. Vaak wordt dergelijke apparatuur standaard bij nieuwe keukenapparatuur meegeleverd. In Duitsland kiest men vooral apparaten, die op basis van (poly)fosfaat werken of ionenwisse-

Waterbehandelingsapparaten worden onderscheiden op basis van hun werkingsprincipe. Sommige toepassingen combineren verschillende werkingsprincipes. Een veelvoorkomende combinatie is ionenwisseling en actief koolfiltratie. Onderscheiden werkingsprincipes zijn:

- Mechanische filtratie zoals kaarsenfilters, keramische filters en membraanfilters verwijderen deeltjes uit het water. In principe kunnen mechanische filters van veel materialen worden gemaakt, zoals van papier, textiel, kunststof of keramiek. Het effect op de waterkwaliteit hangt niet af van het materiaal, maar van de effectieve poriëngrootte. Kaarsenfilters en keramische filters worden in twee typen uitgevoerd, met vervangbare units of met een terugspoelbare unit;
- Membraanfilters worden onderscheiden in microfiltratie, ultrafiltratie, nanofiltratie en hyperfiltratie (omgekeerde osmose). Bij huishoudelijke toepassingen van omgekeerde osmose is de voor- druk beperkt tot maximaal de waterdruk. Er bestaan semi-permeabele membranen van celluloseacetaat en dunne film composiet membranen (TFC). Cellulose acetaat membranen zijn in slecht bestand tegen chloor. Het materiaal kan worden 'opgegeten' door bacteriën. Het is daarom noodzakelijk om het voedingswater permanent te chloren. TFC-membranen zijn wel bestand tegen bacteriën, maar juist niet tegen chloor. Chloor moet eerst worden verwijderd met een actief koolfilter. Het is niet bekend of apparaten op basis van nanofiltratie en hyperfiltratie op dit moment voor huishoudelijk gebruik op de markt verkrijgbaar zijn;
- Adsorptiefilters, waarvan de meest bekende de actieve koolfilters zijn, al dan niet met zilver geïmpregneerd ter bestrijding van bacteriële nagroei, leggen opgeloste halogenen of metalen vast. In het

buitenland worden ook geactiveerde aluminium filters verkocht voor de verwijdering van fluor en arseen;

- Ionenwisselaars op basis van kationwisselaars voor de verwijdering van calcium- en magnesiumionen voor de verlaging van de hardheid van het water of op basis van anionwisseling voor de verwijdering van nitraationen (veelal in filterkannen);
- FAK (fysische antikalk)-apparaten hebben een onduidelijk werkingsprincipe en effect. Deze apparaten zijn voor de volledigheid meegenomen, maar behoren in principe niet thuis in de opsomming van apparaten die een rol spelen in de verwijdering van stoffen of organismen van het drinkwater. Werkingsprincipes die de leveranciers claimen, zijn het op thermisch-katalytische, magnetische en/of elektromagnetische wijze tegengaan van kalkvorming en kalkafzetting;
- Doseerapparaten zijn apparaten die een vloeistof in de waterstroom doseren, apparaten die door ionisatie ionen aan het water afgeven of apparaten, waarbij het water door het apparaat zelf stroomt, bijvoorbeeld een container gevuld met vaste kristallen. Voorbeelden van doseerapparaten zijn (poly)fosfaat/silicaatdoseering tegen kalkafzetting, zinkfosfaat/silicaatpolyfosfaatdoseering tegen metaalafgifte en corrosie, desinfectiemiddelen als chloor, chloordioxide, monochlooramine, waterstofperoxide en jodium tegen micro-organismen, elektrolytische desinfectie/anodische oxidatie met chloorproductie uit chloride aanwezig in drinkwater tegen Legionella, koper/zilverionisatie eveneens tegen Legionella;
- Fysische desinfectie door UV-behandeling, thermische behandeling (pasteurisatie bij 60°C, koken bij 100°C, sterilisatie bij 120°C), ultrasoon behandeling, elektrische pulsen en destillatie.



laars om corrosie te bestrijden. In Italië worden veel apparaten voor omgekeerde osmose verkocht, terwijl in Oostenrijk veel ionenwisselaars worden toegepast om nitraat te verwijderen. In de Verenigde Staten maakt circa tien procent van de huishoudens gebruik van aanvullende behandeling.

Voor de Nederlandse situatie zijn geen gegevens bekend, maar de penetratiegraad ligt zeker veel lager, mede door de goede kwaliteit van het Nederlandse drinkwater. VEWIN en Kiwa schatten dat minder dan één tot twee procent van alle huishoudens aan waterbehandeling doen. Zo er apparatuur wordt gebruikt betreft dit veelal losstaande filterkannen.

Twee typen waterbehandelingsapparaten zijn op de markt, die naar gelang de plaats waar ze zich in een gebouw of huis bevinden worden onderscheiden in 'Point of Entry' en 'Point of Use' apparaten. Point of Entry (PoE)-apparaten bevinden zich vaak in de buurt van de watermeter en behandelen al het water. Het PoU-apparaat bevindt zich in de installatie nabij het tappunt of losstaand op het aanrecht (bijvoorbeeld filterkannen). Meestal behandelen deze apparaten alleen het koude water ten behoeve van het drinken. Als het apparaat op de uitloop van de kraan is bevestigd, kunnen zowel het koude als het warme water worden behandeld.

### Effect op de microbiologische kwaliteit van drinkwater

Redelijk effectief in de bestrijding van microbiologische verontreiniging van drinkwater zijn ultra-keramische filters en ultrafiltratiemembranen met een effectieve poriëngrootte van maximaal 20 nm. Evenals nanofiltratie- en hyperfiltratie-membranen (omgekeerde osmose membranen) verwijderen deze filters 3 tot 5 logeenheden van alle bacteriën, protozoa en cysten, sporen en virussen. Ze werken dus ook tegen sporen van Anthrax en virussen als pokken en pest.

Kaarsenfilters met een effectieve poriëngrootte kleiner dan 1 µm maar groter dan 20 nm hebben een veel beperkter effect (1 tot 2 logeenheden verwijdering) op bacteriën, protozoa, cysten en sporen en geen effect op virussen. De werking en de effectiviteit van de verwijdering hangen sterk samen met de belading en worden ongemerkt minder in de loop van de tijd. Het zijn geen absoluut filters, die na verloop van tijd dichtslibben. Zelfs als het filter in het geheel niet meer werkt, blijft er water door heen stromen. Kaarsenfilters met een grotere effectieve diameter en micro-keramische filters, microfiltratie-membranen en ultrakeramische filters en ultrafiltratiemembranen met een effectieve poriëngrootte

groter dan 20 nm hebben geen effect op de microbiologische kwaliteit. Dosering met desinfectiemiddelen heeft beperkt effect op de kwaliteit, evenals UV desinfectie. Koken, pasteuriseren en destillatie van water blijven effectiever, hoewel niet altijd afdoende om ook sporen inactief te maken.

### Effect op de chemische kwaliteit van drinkwater

De meeste apparatuur heeft weinig tot geen effect op mogelijke chemische besmetting van drinkwater. Kaarsenfilters, keramische filters en microfiltratie-membranen houden alleen deeltjes tegen, inclusief ijzer- en mangaandeeltjes. FAK-apparaten verwijderen evenmin chemische stoffen uit het water, terwijl ionenwisselaars alleen specifieke ionen uit het water halen (afhankelijk van de lading). Verwijdering van andere stoffen wordt beter, indien deze in hoge concentraties voorkomen. In het geval van kationenwisselaars bijvoorbeeld kunnen bestrijdingsmiddelen, zoals paraquat en diquat en wellicht ook thallium en sommige toxines, worden verwijderd wanneer deze bewust zijn toegevoegd aan drinkwater, maar alleen in watertypen die van nature zacht zijn. Voor anionenwisselaars geldt dat mogelijk verwijdering plaatsvindt van negatief geladen bestrijdingsmiddelen zoals fluorijzuur en cyanide en arsenaat. Het effect is beperkt door de concurrentie met andere in het water aanwezige ionen, zoals chloride ionen, humuszuren en bicarbonaationen. AMPA en glyfosfaat bijvoorbeeld worden niet verwijderd door anionenwisselaars.

Actieve kool heeft vooral effect op organische stof. Anorganische stoffen worden slecht geadsorbeerd behalve chloor, broom en jood (geur- en smaakverbetering). Wat betreft de chemische bestanddelen worden ionogene stoffen over het algemeen niet verwijderd. Apolaire stoffen worden meestal wel verwijderd maar lang niet allemaal. Concreet betekent dit dat van de RIVM-lijst diquat, paraquat, fluoracetaat, cyaniden, thalliumzouten en arsenaat niet worden verwijderd. DDT is een apolair bestrijdingsmiddel, dat wel goed wordt verwijderd. De meeste andere middelen op de lijst zijn redelijk polair, hiervan worden alleen parathion-methyl en chlofenvinfos goed verwijderd en primicarb en propoxur matig. Over veel andere stoffen is weinig tot niets bekend en een inschatting op basis van polariteit werkt niet echt. Bij verzadiging van de kool treedt doorslag op van vooral polaire en goed oplosbare bestrijdingsmiddelen. De adsorptie verloopt traag en de adsorptiecapaciteit neemt snel af. De effectiviteit hangt daarnaast sterk samen met de contacttijd, die meer dan 20 minuten

dient te zijn. Het filter dient frequent te worden vervangen en een lange contacttijd dient in acht te worden genomen.

Het meest effectief in de verwijdering van chemische verontreinigingen van drinkwater zijn wederom omgekeerde osmose en nanofiltratie. Omgekeerde osmose verwijdert alle stoffen uit het water, behalve éénwaardige ionen. Voor cyanide is de verwijdering onduidelijk, evenals voor arsenaat en thallium. Naar verwachting is de verwijdering van deze stoffen in nanofiltratie beperkt tot vijf à 50 procent. Langdurig en veelvuldig gebruik van water dat is behandeld met omgekeerde osmose is om gezondheidsredenen af te raden. Tevens is het water zeer agressief ten opzichte van metalen (leidingen, ketels en pannen).

### Europese standaardisatie

In CEN/TC 164 (drinkwatervoorziening) is een aantal jaren geleden WG 13 opgericht. Deze werkgroep is op basis van NEN-EN 806 begonnen met het opstellen van normen voor 'water conditioning equipment inside buildings'. WG 13 houdt zich alleen bezig met behandelingsapparatuur die wordt toegepast als PoE-apparatuur. PoU-apparatuur nabij het tappunt maakt geen onderdeel uit van het werkprogramma. Voor veel van de genoemde apparatuur ligt op dit moment het normstellingproces stil. In Nederland is begrijpelijkerwijs tot op heden nauwelijks belangstelling geweest voor de standaardisatie van behandelingsapparatuur voor drinkwater bestemd voor menselijke consumptie.

### Neveneffecten

Bij de beoordeling van de geschiktheid van waterbehandelingsapparaten zijn ook de neveneffecten relevant. Voor de ernst van neveneffecten wordt onderscheid gemaakt tussen acute bedreigingen en normale omstandigheden. Aspecten als nagroei en afgifte van materialen zijn onder normale omstandigheden onacceptabel, maar kunnen in acute bedreigende situaties wegvallen tegen de positieve effecten.

Kaarsenfilters slibben langzaam dicht, maar hebben hun werking al verloren lang voordat de waterdoorvoer stopt. Het gevaar bestaat daardoor dat na verloop van tijd water uit het filter komt met een mindere kwaliteit dan het toegevoerde water.

Actieve koolfilters hebben als nadeel dat het moment van verzadiging moeilijk is te bepalen. Voorbij dit verzadigingspunt gaan reeds geadsorbeerde stoffen zelfs weer in oplossing. Indien de filters zijn behandeld met zilver om bacteriegroei te beperken, kan bovendien afgifte van zilver aan het water



optreden. In het actief koelfilter treedt al snel bacteriegroei op, evenals in het vaak aanwezige opslagreservoir.

Ionenwisselaars raken eveneens na verloop van tijd verzadigd, waardoor het hars *minder effectief gaat werken en zelfs afgifte* aan het water kan optreden. Filterkannen die aanvankelijk 90 procent van de hardheidsionen verwijderen, vallen na een maand al terug tot een verwijdering van slechts 40 procent. Tevens kan in filterkannen waar een combinatie met actieve koelfiltratie optreedt, zilver aan het water afgegeven worden, zoals ook hierboven genoemd. Uit recent onderzoek in Engeland blijkt dat in sommige filterkannen met ionenwisseling water met een zeer lage zuurgraad geproduceerd wordt. Indien dit water vervolgens verwarmd wordt in ketels of pannen, leidt dit tot extreem hoge nikkelgehalten. Problemen met nagroei in filterkannen treden vooral op, wanneer ook warm water wordt behandeld of de filterkan niet in het donker en in de koelkast wordt geplaatst. Na een gebruikspauze dient het water, dat het eerst door het filter komt, te worden weggegooid.

Omgekeerde osmose haalt in principe alles uit het water en produceert water dat

zonder menging of nabehandeling minder geschikt is als drinkwater. Sommige membraantypen zijn niet bestand tegen bacteriën; ze kunnen het membraan aantasten en er doorheen groeien. Andere membranen houden bacteriën tegen, maar deze kunnen het membraan koloniseren en bij lekkage in het water terechtkomen. Ook in het aanwezige opslagvat kan nagroei optreden. Omgekeerde osmose leidt tot een ernstige waterverspilling, slechts tien tot 30 procent van de waterstroom wordt door het membraan geperst; de rest spoelt weg. Op den duur kan verstopping van het membraan optreden door afzetting van zouten als calciumcarbonaat, bariumsulfaat en aluminiumhydroxide.

## Conclusie

Geen van de beschreven apparaten biedt een redelijke tot goede oplossing tegen opzettelijke besmettingen. Alleen omgekeerde osmose zal in principe alle mogelijke stoffen (chemisch en microbiologisch) tegenhouden, maar heeft een aantal nadelen. De bezwaren kunnen in voorkomende noodsituaties opwegen tegen de voordelen van een bescherming van de volksgezondheid en de continuïteit van de drinkwatervoorziening. Hierbij is de voor omgekeerde osmose beno-

digde voordruk wel een randvoorwaarde. De vraag is ook of de aanwezige waterdruk voldoende is voor grootschalige toepassing.

Een 'point of use'-apparaat dat werkt op basis van nanofiltratie lijkt vooralsnog het meest veelbelovend, omdat een dergelijk apparaat eveneens vrijwel alle stoffen en organismen uit het water haalt, maar niet de bezwaren heeft van omgekeerde osmose. Juist een dergelijke apparaat is voor zover bekend niet op de markt voor huishoudelijke en kleinzakelijke toepassingen. De meeste andere apparatuur, die wel op de markt verkrijgbaar is, heeft nauwelijks tot geen breed werkend effect op mogelijke besmettingen.

Voor de watersector betekent dit dat maatregelen gericht op het decentraal verwijderen van strijdmiddelen vooralsnog geen optie vormen. De inspanning zal zich blijven richten op effectieve preventie en snelle waarschuwing. In een voorkomend geval zal het gebruik van decentrale desinfectie-apparaten om zich te bewapenen tegen een aanslag niet worden aangeraden. 

**Hans Berkhuizen (VEWIN)**  
**Adriana Hulsmann**  
**(Kiwa Water Research)**