

GEZONDHEIDSRaad

# *Vervuiling van particuliere drinkwaterputten*

241.3 90VE

A 90/8

241.3-90VE-7757

nr 7757

.....

.....

Vervuiling van particuliere drinkwaterputten

.....

een inventariserende studie

ISN 7757

241.3 90VE

.....

.....

Gezondheidsraad, Postbus 90517, 2509 LM 's-Gravenhage

.....

.....

VERVUILING VAN PARTICULIERE DRINKWATERPUTTEN

.....

Een inventariserende studie

.....

Gezondheidsraad

drs CB Leerink

dr CWM Bodar

.....

A90/8, 's-Gravenhage, 14 november 1990

.....

auteursrecht voorbehouden

.....  
INHOUDSOPGAVE

.....	TEN GELEIDE	7
.....	SAMENVATTING	9
.....	1 INLEIDING	11
.....	2 HISTORISCH OVERZICHT	13
.....	3 OPENBARE EN PARTICULIERE DRINKWATERWINNING	15
	3.1 Openbare drinkwaterwinning	15
	3.2 Particuliere drinkwaterwinning	18
.....	4 BEDREIGINGEN VOOR DE KWALITEIT VAN HET GRONDWATER IN NEDERLAND	23
	4.1 Inleiding	23
	4.2 Vermesting	23
	4.3 Verzuring	26
	4.4 Verspreiding milieugevaarlijke stoffen	26
	4.4.1 Bestrijdingsmiddelen	26
	4.4.2 Organische microverontreinigingen	28
	4.4.3 Sporenelementen	28
	4.5 Andere bedreigingen	28
.....	5 DE KWALITEIT VAN HET WATER UIT PARTICULIERE DRINK- WATERPUTTEN	31
	5.1 Inleiding	31
	5.2 Gelderland	32
	5.3 Overijssel	34

5.4	Noord-Brabant	35
5.5	Limburg	36
5.6	Noord-Holland	37
5.7	Utrecht	37
5.8	Buitenland	38
.....		
6	GEZONDHEIDSRISICO'S VOOR MENS EN DIER	39
6.1	Inleiding	39
6.2	Nitraat	39
6.3	Aluminium	43
6.4	Bestrijdingsmiddelen	43
6.5	Cadmium	44
6.6	Zink	44
6.7	Kalium	45
6.8	Bacteriologische verontreinigingen	45
.....		
7	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	47
.....		
8	LITERATUUR	53
.....		
	<u>BIJLAGEN</u>	57
.....		
1	Drinkwaternormen	59
2	Gedeelte voorlichtingsplan provincie Utrecht voor sanering particuliere drinkwaterputten	63

.....  
TEN GELEIDE


.....  
In Nederland komen nog steeds particuliere huishoudelijke onttrekkingen van grondwater voor. Dit grondwater wordt daarbij zonder enige vorm van zuivering voor de consumptie gebruikt. Het aantal van deze privé-putten wordt geschat op enkele duizenden.

De afwezigheid van toezicht op de kwaliteit van dit drinkwater staat in schril contrast met de zeer uitgebreide kwaliteitscontrole bij de openbare drinkwatervoorziening. Deze constatering samen met de alom gesignaleerde achteruitgang van de grondwaterkwaliteit in Nederland waren voor de Gezondheidsraad aanleiding om de gezondheidsrisico's voor mens en dier bij consumptie van drinkwater uit particuliere bronnen nader te beschouwen.

Het voorliggende rapport omvat een analyse van (regionale) onderzoeken naar de kwaliteit van het drinkwater uit deze bronnen. Op basis van deze inventarisatie is een globale schatting gemaakt van de gezondheidsrisico's.

De achtergrondstudie is uitgevoerd door drs B Leerink, tijdelijk projektmedewerker van de Gezondheidsraad. Dr CWM Bodar, stafmedewerker van de Gezondheidsraad, verzorgde de uiteindelijke rapportage.

's-Gravenhage, 14 november 1990



Dr L Ginjaar,  
Voorzitter van de Gezondheidsraad





.....  
SAMENVATTING

.....  
Volgens recente schattingen zijn er in Nederland nog enkele duizenden woningen die niet op het openbare drinkwaterleidingnet zijn aangesloten. Deze huishoudens zijn voor hun drinkwatervoorziening aangewezen op lokale bronnen. Het opgepompte (ondiepe) grondwater gebruikt men veelal zonder enige vorm van zuivering als drinkwater. Grondwaterbeschermingsgebieden, zoals die bij de openbare waterwingebieden zijn ingesteld, ontbreken bij de particuliere drinkwaterputten. Verreweg het grootste deel van deze winningen bevindt zich op zandgronden in Oost-Gelderland, op de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug, in Oost-Overijssel, in de Brabantse Kempen en in Noord- en Midden-Limburg.

De particuliere drinkwaterputten worden, in tegenstelling tot de waterwinputten van de waterleidingbedrijven, niet systematisch gecontroleerd op de kwaliteit van het water. Dit heeft tot gevolg dat er geen goed algemeen overzicht bestaat van de kwaliteit van dit drinkwater. Het onderzoek heeft zich tot op heden beperkt tot incidentele, regionale onderzoeken. Deze onderzoeken vertonen grote verschillen in opzet en in uitvoering; het nitraatgehalte is de enige parameter die in alle onderzoeken bepaald is.

Het beeld dat uit de onderzoeken naar voren treedt, komt overeen met wat reeds uit andere bron bekend is: een verminderde grondwaterkwaliteit als gevolg van processen als verzuring, vermesting en verspreiding van milieugevaarlijke stoffen. De drinkwaternorm voor nitraat (50 mg per liter) werd bij meer dan de helft van de onderzochte drinkwaterputten ruimschoots overschreden. Waarden tot meer dan 500 milligram ni-

traat per liter zijn gemeten. Ook de kaliumconcentratie lag bij een groot aantal privé-putten boven de drinkwaternorm. Op enkele plaatsen werden eveneens normoverschrijdende concentraties cadmium en zink in het drinkwater waargenomen. Slechts in één onderzoek bestudeerde men de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in het drinkwater. Bij dit onderzoek in Gelderland troffen de onderzoekers verscheidene middelen aan, waarbij in enkele gevallen de algemene drinkwaternorm voor bestrijdingsmiddelen van 0,1 µg/liter werd overschreden.

Op basis van deze gegevens zijn in het voorliggende rapport de risico's van consumptie van drinkwater uit particuliere drinkwaterputten voor de gezondheid van mens en dier besproken. De conclusie is dat de huidige concentraties van verontreinigende stoffen in het algemeen niet direct aanleiding zullen geven tot problemen voor de gezondheid. Bij baby's echter kan consumptie van drinkwater met zeer hoge nitraatconcentraties (meer dan 500 mg/liter) leiden tot methemoglobinemie.

Zelfs volgens de meest optimistische scenario's, en allerlei beschermingsplannen ten spijt, zullen de concentraties van verontreinigende stoffen, waaronder nitraat en bestrijdingsmiddelen, in grondwater blijven stijgen de komende jaren. Gebruik van drinkwater uit privé-putten kan derhalve in toenemende mate gepaard gaan met gezondheidsrisico's voor mens en dier. Dit is één van de redenen om de algehele achteruitgang van de grondwaterkwaliteit in Nederland terug te dringen. Voorlopig zal het (regionale) beleid erop gericht zijn om de woningen met een eigen drinkwaterwinning aan te laten sluiten op het openbare drinkwaternet. Dit waarborgt in ieder geval de controle op de kwaliteit van het drinkwater.

.....  
1           INLEIDING

.....  
De drinkwatervoorziening in Nederland wordt voor het grootste deel verzorgd door de waterleidingbedrijven. Ongeveer tweederde van het geproduceerde drinkwater heeft grondwater als uitgangsstof, de rest is afkomstig van al dan niet kunstmatig geïnfiltreerd\* oppervlaktewater (VEWI84). Het geproduceerde drinkwater moet voldoen aan wettelijke eisen, die zijn vastgelegd in het Waterleidingbesluit (Wat84, Bijlage 1).

In sommige delen van Nederland, de zogenoemde onrendabele buitengebieden, kunnen woningen alleen tegen zeer hoge kosten op het waterleidingnet worden aangesloten. Het gevolg is dat een aanzienlijk aantal van de woningen in deze, hoofdzakelijk agrarische, gebieden nog steeds een eigen drinkwaterwinning heeft. Vaak is dit een put waaruit men ondiep grondwater omhoog pompt. Dit grondwater gebruikt men veelal zonder enige vorm van zuivering als drinkwater.

Ook in de recreatiesector (campings en afgelegen zomerhuisjes) wordt nog vaak gebruik gemaakt van eigen drinkwaterputten. De drinkwatervoorziening van de recreatiesector zal, evenals de particuliere onttrekking van grondwater ten behoeve van industriële doeleinden, in dit rapport verder buiten beschouwing blijven.

.....  
Verzuring van de bodem, overbemesting, toenemend gebruik van bestrijdingsmiddelen en puntverontreinigingen zoals vuilstortplaatsen, bedreigen de kwaliteit van het grondwater

.....  
\* infiltratie: het brengen van water in de bodem ter aanvulling van het grondwater met het oog op het onttrekken van grondwater.

in Nederland. Dit heeft bij diverse putten in winplaatsen van de waterleidingbedrijven ondanks beschermende maatregelen al geleid tot overschrijding van de drinkwaternormen in het opgepompte grondwater (Bee88). De toegepaste zuivering van grondwater voor de bereiding van drinkwater blijkt in een aantal gevallen ontoereikend, en alleen door het mengen met nog niet verontreinigd water voldoet het leidingwater aan de normen. Op sommige plaatsen heeft de toenemende verslechtering van de kwaliteit van het grondwater overigens reeds geleid tot het sluiten van pompstations (Bee88).

.....

Bij de drinkwaterwinning uit particuliere putten is door het ontbreken van zowel de beschermende maatregelen rond de putten, als de zuivering van het grondwater de kans groot dat dit water op diverse lokaties niet zal voldoen aan de drinkwaternormen. De gezondheidsrisico's voor mens en dier die hiervan het gevolg kunnen zijn, vormen de aanleiding tot dit rapport.

.....

Dit rapport probeert een antwoord te geven op de volgende vragen:

- hoeveel particuliere drinkwaterputten zijn er in Nederland, en hoe is de regionale verdeling van deze putten,
- is er onderzoek gedaan naar de samenstelling van dit drinkwater, en welke zijn de resultaten,
- is er sprake van overschrijding van de drinkwaternormen,
- welke zijn de gezondheidsrisico's voor mens en dier.

.....  
2            HISTORISCH OVERZICHT

.....  
Nog in de vorige eeuw haalde men in Nederland het drinkwater eenvoudig uit oppervlaktewater: de gracht, rivier, vijver of put. Vooral in de grote steden leidde dit regelmatig tot onaanvaardbare situaties voor de volksgezondheid, met als dieptepunt de cholera-epidemie van 1866, die aan tienduizenden mensen het leven kostte. Hierna werd in hoog tempo een begin gemaakt met het aanleggen van een openbare drinkwatervoorziening in de grote steden. In 1913 was al 40 procent van de woningen aangesloten op het waterleidingnet; in 1953 was dit percentage gestegen tot 80 procent (Zoe88).

Het was moeilijk om ook buiten de steden en dorpen woningen op de waterleiding aangesloten te krijgen, omdat de aansluitkosten in die gevallen vaak zeer hoog zijn. Uit het oogpunt van de volksgezondheid verstrekke de overheid een subsidieregeling voor de kosten van het aansluiten op de waterleiding. Particulieren die hun woning op de waterleiding wilden laten aansluiten, konden op deze regeling een beroep doen. Deze regeling werd in 1976 beëindigd, omdat er nauwelijks meer een beroep op werd gedaan.

Een nog bestaande mogelijkheid om huiseigenaren te overreden hun huis aan te sluiten op het gemeentelijk waterleidingsysteem komt voort uit de Woningwet. Deze wet eist een deugdelijke drinkwatervoorziening voor ieder huis. Op basis van de wet kunnen gemeenten via een zogenoemde 'aanschrijving' een huiseigenaar verplichten om zijn woning van een deugdelijke drinkwatervoorziening te voorzien.

In 1986 heeft de Regionale Inspectie van de Volksgezondheid die belast is met het toezicht op de Milieuhygiëne in

de provincie Utrecht, het initiatief genomen tot een voorlichtingscampagne in de regio Zuidoost-Utrecht met als doelgroep mensen met een eigen drinkwaterput. Getracht werd om deze mensen te bewegen hun woningen aan te laten sluiten op de waterleiding. Hiertoe werden voorlichtingsbijeenkomsten georganiseerd, en tevens werd documentatiemateriaal verspreid. Ook waren er afspraken gemaakt met gemeenten en waterleidingmaatschappijen om tot acceptabele aansluitkosten te komen (zie Bijlage 2). Slechts in enkele andere regio's in Nederland zijn later vergelijkbare voorlichtingsacties op touw gezet.

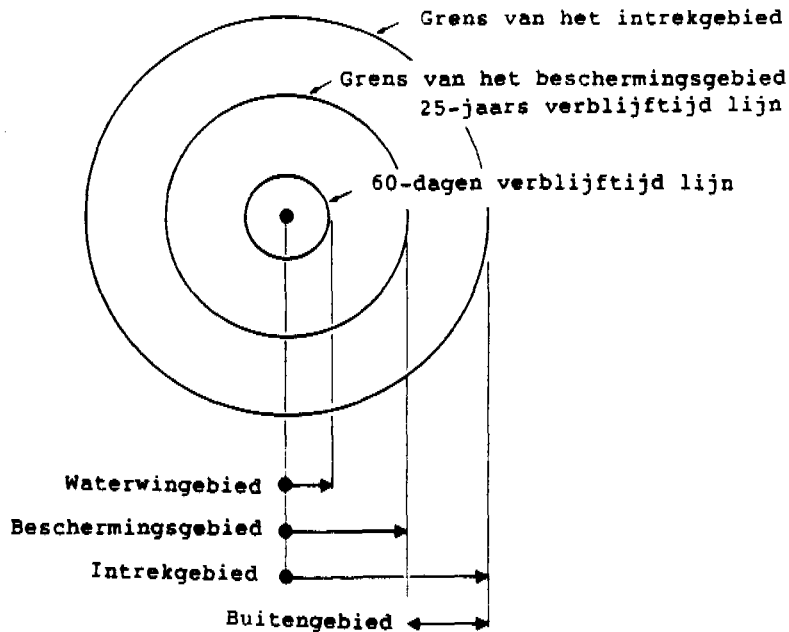
.....  
3            OPENBARE EN PARTICULIERE DRINKWATERWINNING

.....  
3.1        Openbare drinkwaterwinning

Zoals eerder genoemd is grondwater de grondstof van ongeveer tweederde van het in Nederland geproduceerde drinkwater. Grondwater voor de bereiding van drinkwater kan alleen daar worden onttrokken waar dit in voldoende mate aanwezig is en het gemakkelijk kan toestromen. Winning vindt daarom voornamelijk in de (grof)zandige afzettingen in de zandgebieden en in de duinen plaats. Het grondwater wordt in deze gebieden gewonnen in puttenvelden. Deze puttenvelden worden omgeven door verschillende beschermingsgebieden (Figuur 1). Deze gebieden - ook wel buffergebieden genoemd - zijn gebieden rondom een puttenveld waaraan eisen ten aanzien van het landgebruik en gebruik van bestrijdingsmiddelen zijn gesteld; zij moeten het grondwater in de putten tegen bacteriële en chemische verontreinigingen beschermen. Het puttenveld zelf ligt in het zogenoemde 'waterwingebied'. De omvang van dit gebied is zodanig dat het toestromende water in het watervoerende pakket minimaal een verblijftijd van 60 dagen heeft. Men noemt de grens van het waterwingebied dan ook een '60-dagen-verblijftijdlijn'. Dit vormt de veiligstelling van de bacteriologische kwaliteit van het op te pompen grondwater. Immers algemeen wordt aangenomen dat pathogene bacteriën zich niet langer dan 60 dagen in de bodem en het grondwater kunnen handhaven.

.....  
Het waterwingebied wordt omgeven door een grondwaterbeschermingsgebied, zoals reeds genoemd. De 10-, respectievelijk 25-jaars verblijftijdlijnen begrenzen de grondwaterbeschermingsgebieden.





Figuur 1 Beschermingsgebieden rond puttenvelden ten behoeve van de openbare drinkwatervoorziening (bron: Bee88).

.....

Bij het formuleren van de uitgangspunten van deze 10- en 25-jaars beschermingsgebieden is men er van uitgegaan dat er een afdoende bescherming zou ontstaan tegen chemische puntverontreinigingen. Het fenomeen diffuse verontreiniging zoals de overbemesting en de verspreiding van bestrijdingsmiddelen was destijds nog niet aan de orde.

Binnen de beschermingsgebieden zijn beperkingen gesteld aan het landgebruik en het gebruik van bestrijdingsmiddelen. Deze beperkingen moeten de kans op verontreiniging van het grondwater verkleinen (Bestrijdingsmiddelenwet 1962; Wet bodembescherming 1987). Voor bestrijdingsmiddelen bestaat er een zogenaamde zwarte lijst van stoffen die niet in een beschermingsgebied mogen worden toegepast. Verder is er een witte lijst van middelen opgesteld die wel, soms met beperkingen, mogen worden gebruikt.

.....

De provincies kennen hun eigen verantwoordelijkheid ten aanzien van de bescherming van wingebieden. In aanvulling

op het algemene landelijke beschermingsniveau is sinds 1 januari 1989 hun beleid gericht op het effectueren van bijzondere beschermingsniveaus in waterwingebieden. Dit aan de hand van de provinciale grondwaterbeschermingsverordeningen. In een aantal provincies zullen voor kwetsbare winningen grotere beschermingsgebieden en zelfs soms gehele intrekgebieden onder de werking van de verordening gebracht worden.

---

#### Drinkwaternormen

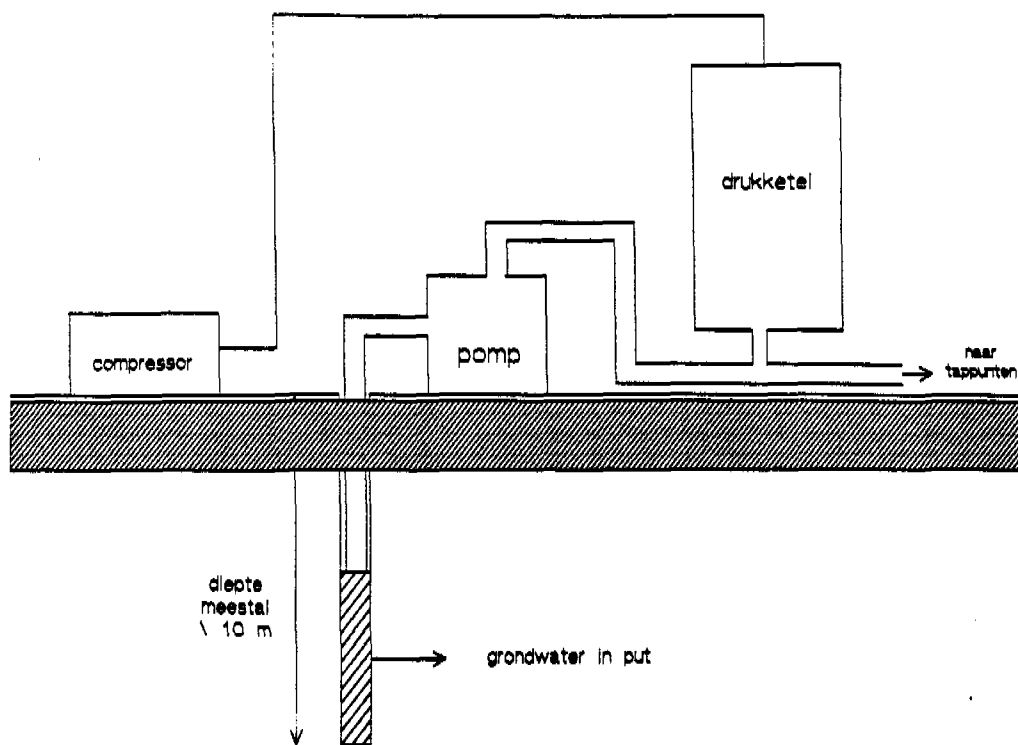
Het geproduceerde drinkwater moet aan bepaalde normen voldoen. Deze komen voort uit de waterkwaliteitseisen die zijn opgenomen in het Waterleidingbesluit van 1984. De eisen zijn voor een groot deel gebaseerd op de EEG-drinkwaterrichtlijn. In het Waterleidingbesluit maakt men onderscheid tussen:

- (1) waarden die niet overschreden mogen worden,
- (2) waarden die slechts na toestemming van de minister overschreden mogen worden,
- (3) waarden die slechts overschreden mogen worden indien redelijkerwijs niet van de drinkwaterproducent verwacht kan worden dat het geleverde drinkwater aan de gestelde eisen voldoet.
- (4) waarden waaraan voldaan moet worden.

Onder (1) vallen stoffen die niet van nature in drinkwater zullen voorkomen. Voorbeelden zijn lood, cadmium, bestrijdingsmiddelen en verschillende soorten bacteriën. Onder (2) en (3) vallen algemene kwaliteitsparameters van het drinkwater, zoals het geleidingsvermogen en de zuurgraad (pH), alsmede van nature in water voorkomende stoffen als fosfaat, nitraat, sulfaat, kalium, aluminium en ijzer. Onder (4) worden minimale concentraties geëist van de bestanddelen calcium, magnesium en waterstofcarbonaat, die tezamen de hardheid van het water bepalen.

De normwaarden die in het drinkwaterbesluit genoemd worden, zijn niet altijd vanuit dezelfde oogpunten gekozen. Voor het vaststellen van de normwaarden genoemd onder (1) zijn veelal toxicologische criteria gehanteerd. Dit betekent dat bij overschrijding van deze normen effecten op de gezondheid kunnen optreden. Voor bijvoorbeeld bestrijdingsmiddelen is men echter uitgegaan van de detectiegrens van deze stoffen, en hebben toxicologische data geen rol gespeeld bij de normstelling. Bij de waarden genoemd onder (2) en (3) is soms uitgegaan van toxiciteits criteria (bijvoorbeeld in geval van nitraat) en soms is de norm gebaseerd op het natuurlijke achtergrondgehalte van de stof in het grondwater (bijvoorbeeld kalium).

---



Figuur 2 Schematische tekening van een particuliere drinkwaterput.

.....

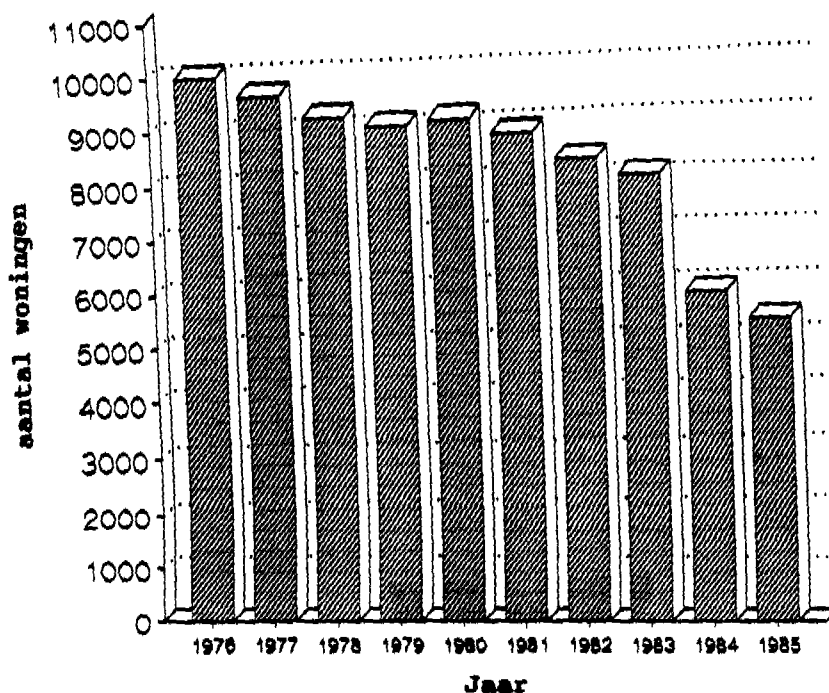
### 3.2 Particuliere drinkwaterwinning

Een particuliere drinkwatervoorziening bestaat meestal uit een put, waaruit door een bovengronds opgestelde pomp grondwater wordt opgepompt. Het grondwater wordt bij de meeste putten onttrokken van een diepte tussen de 6 en 15 meter beneden maaiveld. Het opgepompte water wordt opgeslagen in een drukketeel, van waaruit de leidingen naar de tappunten lopen (zie Figuur 2).

Belangrijk is dat de woningen die niet op de waterleiding zijn aangesloten, vaak ook niet aangesloten zijn op het rioolsysteem. Dit betekent dat het huishoudelijk afvalwater, al dan niet via een septic tank\* in de bodem wordt geïnfiltreerd.

.....

\* Een septic tank is een tank waarin het huishoudelijk afvalwater enige tijd verblijft om micro-organismen de kans te geven organisch materiaal af te breken. Wanneer de tank vol is wordt de inhoud automatisch via een buis in de grond geïnfiltreerd.



Figuur 3 Het aantal niet op de waterleiding aangesloten woningen in Nederland in de jaren 1976 - 1985.

treerd. Dit geschiedt meestal op een diepte waar de in dit afvalwater voorkomende stoffen niet meer door de vegetatie kunnen worden opgenomen, zodat deze uitspoelen naar het grondwater. Door de vaak geringe afstand tussen infiltratieput en drinkwaterput, is het risico van verontreiniging van het drinkwater zeer groot. Ook bevinden zich vaak andere mogelijke bronnen van verontreiniging zoals gierkelders, bemest land en mestopslag e.d. dicht bij de drinkwaterput (Ben87). In het algemeen kan dus gesteld worden dat de beschermingszones, die bij de openbare drinkwaterwinning uit grondwater een potentiële barrière vormen tegen bacteriële en chemische verontreinigingen, bij de particuliere drinkwaterwinning ontbreken.

In figuur 3 is voor de periode 1976-1985 het aantal woningen weergegeven, dat niet op de waterleiding aangesloten is. In de meeste gevallen zullen deze woningen een eigen drinkwatervoorziening hebben, zodat deze cijfers een indicatie geven van het aantal particuliere drinkwaterputten in Neder-

land. Na 1985 zijn de gezamenlijke waterleidingbedrijven gestopt met het collectief verzamelen van gegevens over het aantal niet-aangesloten woningen. Exacte gegevens over het huidige aantal privé-putten in Nederland ontbreken ook omdat voor particuliere grondwaterwinning waarbij minder dan gemiddeld 12 000 kubieke meter water per kwartaal onttrokken wordt, geen registratieplicht vereist is. Die hoeveelheid wordt slechts door industriën met eigen grondwaterwinning gehaald, maar niet door de gemiddelde kleinverbruiker.

Gezien het beleid dat de meeste gemeenten voeren ten aanzien van particuliere drinkwaterputten mag aangenomen worden dat de daling van het percentage niet-aangesloten woningen gedurende de periode 1976-1985 zich de afgelopen jaren heeft voortgezet. Recente schattingen van diverse Regionale Inspecties van de Volksgezondheid en waterleidingbedrijven bevestigen dit beeld (Ree90; Jop90). Ook een recente schatting van de Hoofdinspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne wijst op een huidig aantal van enkele duizenden woningen in Nederland met een eigen drinkwatervoorziening (Tro90).

Daarnaast bestaat er een nog onbekend aantal woningen in Nederland, waar men behalve uit het drinkwaternet, ook nog water uit eigen putten onttrekt. Dit water dient dan meestal als drinkwater voor landbouwhuisdieren.

Tabel 3.1 geeft een beeld van de verdeling van de niet op de waterleiding aangesloten woningen over de provincies. Op grond van informatie van de diverse regionale instanties kan de verspreiding van particuliere drinkwaterwinningen binnen de betreffende provincies redelijk nauwkeurig bepaald worden. Verreweg het grootste deel van de putten bevindt zich op de zandgronden in Oost-Gelderland, op de Veluwe en de Utrechtse heuvelrug, in Oost-Overijssel, in de Brabantse Kempen en in Noord- en Midden-Limburg.

Er lijkt vooralsnog een categorie consumenten te blijven bestaan die op grond van principiële of andere redenen moeilijk te overreden is om hun woning te laten aansluiten op het gemeentelijk waterleidingnet. Uit onderzoek in de provincie Utrecht blijkt dat de bereidheid om tot aansluiting over

.....  
Tabel 3.1 Aantal en percentage van niet op de waterleiding  
aangesloten woningen per provincie in 1980 (VEWI80) en 1985  
(VEWI85).

provincie	1980		1985	
Groningen	0	(0%)	0	(0%)
Friesland	255	(0,1%)	0	(0%)
Drenthe	161	(0,1%)	2	(<0,1%)
Overijssel	506	(0,2%)	415	(0,1%)
IJsselmeerpolders	0	(0%)	0	(0%)
Gelderland	5557	(1,0%)	2931	(0,5%)
Utrecht	788	(0,2%)	581	(0,2%)
Noord-Holland	99	(<0,1%)	93	(<0,1%)
Zuid-Holland	291	(<0,1%)	132	(<0,1%)
Zeeland	0	(0%)	0	(0%)
Noord-Brabant	467	(0,1%)	297	(<0,1%)
Limburg	1000	(0,3%)	888	(0,2%)
<b>TOTAAL</b>	<b>9124</b>	<b>(0,19%)</b>	<b>5339</b>	<b>(0,099%)</b>

.....  
te gaan bij niet-agrariërs groter is dan bij agrariërs (Fer87).



.....  
4 BEDREIGINGEN VOOR DE KWALITEIT VAN HET GRONDWATER

.....  
4.1 Inleiding

'De bodem dient, uiteraard binnen de van nature aanwezige beperkingen, geschikt te blijven voor de winning van grondwater, van een kwaliteit die zonder ingrijpende zuivering geschikt is voor de bereiding van drinkwater'.

In de Wet bodembescherming wordt een aantal functies van de bodem beschreven. Voor de (openbare) drinkwatervoorziening is de bovengenoemde functie van belang. Deze Wet bodembescherming is gebaseerd op het zogenaamde multifunctionaliteitsprincipe. Dit principe houdt in dat de bodem in beginsel de potentie dient te behouden om zijn verschillende functies, waaronder dus de leverantie van grondstof voor de bereiding van drinkwater, naar behoren te vervullen.

De kwaliteit van het grondwater in Nederland wordt bedreigd (en is voor een deel reeds aangetast) door een drietal antropogene processen (Zor88):

- vermesting,
- verzuring,
- verspreiding van milieugevaarlijke stoffen.

De aard en het voorkomen van verontreinigende stoffen in het grondwater worden sterk bepaald door de opbouw van de bodem, het bodemgebruik en de geohydrologische situatie. Vooral het bodemtype, de vegetatie en de diepte van de grondwaterstand zijn van belang.

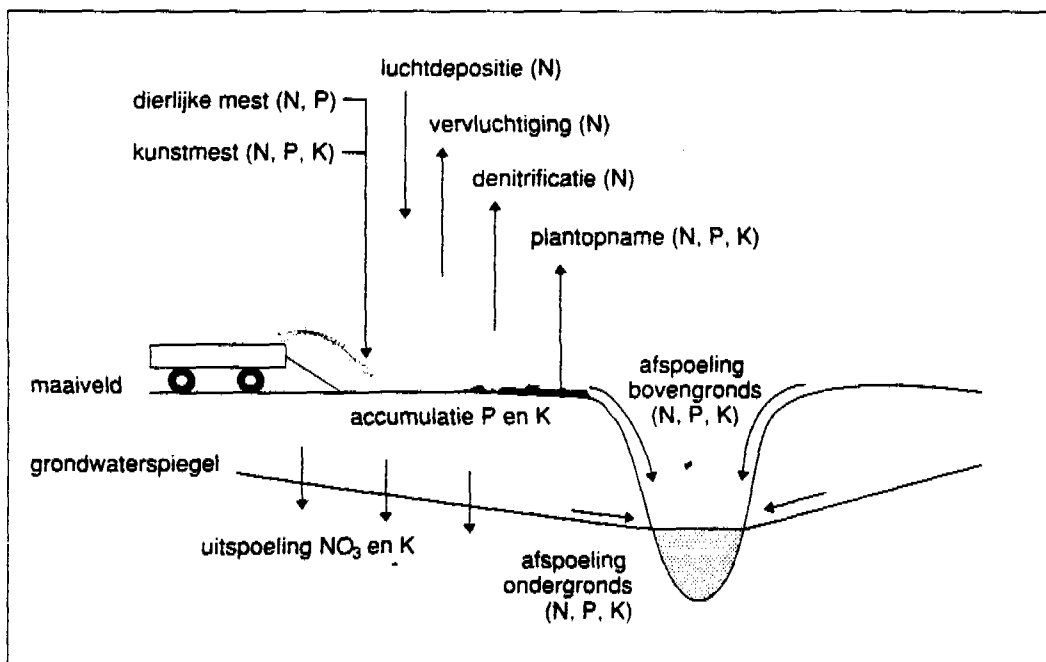
.....  
4.2 Vermesting

Onder vermesting wordt verstaan het uitrijden van meer



dierlijke mest dan de gewassen kunnen opnemen. Als gevolg daarvan zullen meststoffen in de bodem accumuleren en kunnen doorspoelen naar het grondwater (Figuur 4). Vooral in gebieden waar de intensieve veehouderij zich sterk heeft ontwikkeld, is de toevoer van mest erg groot (met name bij de teelt van mais).

In dierlijke mest komen vooral fosfaat, kalium en anorganische en organische stikstofverbindingen voor. De organische stikstofverbindingen worden in de bodem omgezet in anorganische stikstofverbindingen. Deze afbraak bestaat in eerste instantie uit een omzetting in ammonium. Ammonium wordt vervolgens door bacteriën geoxydeerd tot nitriet en nitraat. Hierbij wordt zuurstof verbruikt en worden waterstofionen gevormd (zie ook 4.3). Het gevormde nitraat is zeer mobiel en spoelt vanuit de bodem relatief gemakkelijk uit naar het grond- en oppervlaktewater. Fosfaat daarentegen accumuleert in de bodem. Pas wanneer de buffercapaciteit van de bodem voor .....



**Figuur 4** Schematische weergave van de belangrijkste processen die een rol spelen bij vermisting (Zor88).

fosfaat overschreden wordt, zal doorslag van fosfaat naar het grondwater gaan optreden. Kalium wordt onder normale omstandigheden relatief sterk gebonden aan bodemdeeltjes, en zal dus minder snel uitspoelen naar het grondwater.

In het grondwater is het natuurlijk voorkomen van nitraat sterk bepaald door de bodemgesteldheid. Onder anaërobe (zuurstofloze) condities (bijvoorbeeld in veen- en kleigebieden) komt van nature nauwelijks nitraat voor. De oorzaak van deze afwezigheid van nitraat is de denitrificatie. Denitrificatie is de reductie van nitraat tot nitriet, stikstofgas en andere gasvormige stikstofverbindingen via zowel chemische als microbiële reacties. Dit proces kan alleen onder anaërobe omstandigheden plaatsvinden. In gebieden waar de bodem in toenemende mate belast wordt met dierlijke mest, wordt ook in zuurstofarme bodems en grondwater nog relatief weinig nitraat aangetroffen.

.....

Het RIVM heeft onlangs een tussentijds rapport uitgebracht over de kwaliteit van het grondwater in Nederland (RIVM89). De schrijvers hebben gegevens verzameld met behulp van een zeer uitgebreid landelijk meetnet. Onder zandgrond is tot een diepte van enkele meters de gemiddelde nitraatconcentratie van het grondwater ongeveer 100 mg/liter, dat wil zeggen tweemaal zo hoog als de drinkwaternorm van 50 mg/liter. In de landbouwgebieden op zandgronden wordt in de bovenste meters van het grondwater deze norm veelvuldig overschreden: onder grasland met een factor 2, onder bouwland gemiddeld met een factor 4 à 6 en onder maispercelen zelfs met een factor 4 à 10. Ook de kaliumconcentraties in het ondiepe grondwater onder landbouwgebieden op zandgronden zijn gemiddeld enkele malen hoger dan de drinkwaternorm van 12 mg/liter. Voor fosfaat is tot op heden nog geen sprake van een duidelijke doorslag naar het grondwater. De buffercapaciteit van de bodem voor fosfaat lijkt echter nagenoeg verzadigd.

Ondanks de constatering dat met de diepte de concentraties van nitraat, kalium en fosfaat in het grondwater afnemen, worden onder bouwland ook in het middeldiepe grondwater

al hoge nitraatconcentraties aangetroffen. Ook bij de openbare winplaatsen van freatisch (ondiep) grondwater vertonen de concentraties van nitraat en kalium in het opgepompte water een trendmatige toename als gevolg van het toenemende gebruik van meststoffen. Bij enkele winplaatsen is de drinkwaternorm voor beide stoffen reeds bereikt.

.....

#### 4.3 Verzuring

De afgelopen jaren is verzuring van het grondwater opgetreden (RIVM89). Deze verzuring wordt veroorzaakt door een grotere toevoer van zure en verzurende stoffen dan de bodem en het grondwater kunnen neutraliseren.

In natuurgebieden is de verzuring van het grondwater voor het belangrijkste deel te wijten aan de zure depositie ('zure regen'). In dit geval bestaan de zure stoffen voornamelijk uit stikstofoxyden ( $\text{NO}_x$ ) en zwaveloxyden ( $\text{SO}_x$ ) afkomstig van verkeer en industrie. In de landbouwgebieden wordt de verzuring vooral veroorzaakt door de overbemesting. Bij de bemesting komt namelijk ammoniak vrij dat onder invloed van zuurstof in nitraat wordt omgezet. Bij deze omzettingsreactie ontstaan waterstofionen waardoor de bodem zuurder wordt. Indien de bodem voldoende bufferende bestanddelen zoals calciumcarbonaat en magnesiumverbindingen bevat, dan wordt dit zuur geneutraliseerd en gaan calcium, magnesium en waterstofcarbonationen in oplossing met als gevolg een verhoging van de hardheid van het water (Ben87a).

De verzuring heeft onder andere tot gevolg dat aluminium eerder uitspoelt naar het grondwater. Landelijk wordt al een stijging van het aluminiumgehalte van het grondwater gemeten (zie 4.4.3). Ook de doorslag van bijvoorbeeld kalium en ijzer vindt sneller plaats onder zure condities.

.....

#### 4.4 Verspreiding milieugevaarlijke stoffen

.....

##### 4.4.1 Bestrijdingsmiddelen

Bestrijdingsmiddelen vormen een afzonderlijke categorie van milieugevaarlijke stoffen. Zij zijn ontwikkeld om or-

ganismen te weren, de groei en voortplanting van organismen te verstoren of om organismen te doden. Dit betekent dat bestrijdingsmiddelen per definitie biologisch werkzaam of toxisch zijn. De verspreiding van deze middelen in het milieu kan plaatsvinden via de lucht, in het oppervlaktewater en de (water)bodem. Een groot aantal bestrijdingsmiddelen wordt niet of langzaam afgebroken (is persistent) en kan uiteindelijk terecht komen in het grondwater. Er zijn, op enkele uitzonderingen na, geen aanwijzingen dat bestrijdingsmiddelen die het grondwater hebben bereikt, snel worden afgebroken (Lag89). Bij regelmatig gebruik van deze persistente middelen kan dit dus leiden tot ophoping van de betreffende stoffen in het grondwater.

Naarmate de meetmethoden verbeteren, groeit het inzicht in de verspreiding en mate van verontreiniging van bodem en water met bestrijdingsmiddelen. In 1988 zijn op lokaties waar bestrijdingsmiddelen zijn gebruikt, 21 residuen van middelen in het ondiepe grondwater aangetroffen (Lag89). Daarvan trof men er 20 aan in concentraties boven de drinkwaternorm van 0,1 µg/liter. Van de gevonden middelen staan er 6 op de zwarte lijst namelijk aldicarb, 1,3-dichloorpropeen, atrazin, bentazon, metalochloor en simazin.

Uit gegevens van het RIVM en de periodieke rapportages van waterleidingbedrijven blijkt dat in grondwater op waterwinplaatsen eveneens reeds diverse bestrijdingsmiddelen aangetroffen worden, waaronder bromacil, methylbromide, 1,2-dichloorpropaan, 1,2,3-trichloorpropaan en 2,6-dichloorbenzamide (RIVM89).

Naar aanleiding van de Notitie Milieucriteria (VROM89) is door de Werkgroep Bestrijdingsmiddelen in grondwater een studie verricht naar de verspreiding en omzetting van bestrijdingsmiddelen in het grondwater. Uit modelberekeningen blijkt dat voor een 40-tal van de 130 bestudeerde bestrijdingsmiddelen in de nabije toekomst de drinkwaternorm van 0,1 µg/liter in het ondiepe grondwater overschreden zal worden (RIVM90). In het diepere grondwater geldt dit volgens de gebruikte scenario's voor een tiental bestrijdingsmiddelen.

.....

#### 4.4.2 Organische microverontreinigingen

Metingen naar het voorkomen van organische microverontreinigingen in het grondwater vonden in de meeste gevallen slechts incidenteel plaats. Wel is met behulp van het landelijke RIVM-grondwatermeetnet het voorkomen van specifieke organische microverontreinigingen onderzocht. Zo is in 1987 een uitgebreid onderzoek verricht naar de aanwezigheid van vluchtige aromaten en vluchtige chloorkoolwaterstoffen in het grondwater (RIVM89). In totaal waren bij dit onderzoek 29 vluchtige verbindingen betrokken. Hiervan werden er 18 aangetoond in het grondwater, waaronder benzeen, toluen en xylene. Een relatie tussen het voorkomen van deze verontreinigingen en het bodemtype en bodemgebruik bleek, in tegenstelling tot de situatie bij bestrijdingsmiddelen, niet eenduidig vast te stellen.

.....

#### 4.4.3 Sporenelementen

Eveneens met behulp van het landelijk RIVM-grondwatermeetnet is het voorkomen van enkele tientallen sporenelementen in het grondwater met een diepte tussen 8 en 30 m beneden maaiveld onderzocht. Het hoogste percentage overschrijdingen ten opzichte van de referentiewaarden (N.B. referentiewaarde is niet per definitie gelijk aan de drinkwaternorm) werd geconstateerd bij nikkel, aluminium en chroom (Tabel 4.1). De aanwezigheid van een aantal van deze stoffen is (in positieve of negatieve zin) gecorreleerd met de zuurgraad, het bodemtype, het bodemgebruik en de diepte van het monsterpunt. Met name in het geval van aluminium blijkt er een sterk verband te bestaan met de zuurgraad. Bij lage pH-waarden (rond 4) zijn de aluminiumconcentraties in het grondwater vaak zeer hoog. Er zijn nog geen gegevens over aluminiumconcentraties in het grondwater nabij waterwinplaatsen bekend.

.....

#### 4.5 Andere bedreigingen

Verstoringen van bestaande bodemprofielen kunnen indirect leiden tot een bedreiging van de grondwaterkwaliteit. Zo

.....  
Tabel 4.1 Sporenelementen in het grondwater; gemiddelde waarden ( $\mu\text{g/liter}$ ), referentiewaarden ( $\mu\text{g/liter}$ ) en percentage overschrijdingen van de referentiewaarde (RIVM89).

parameter	gemiddelde waarde $\mu\text{g/l}$	referentie waarde $\mu\text{g/l}$	percentage overschrijdingen van referentie waarde
arseen	3,5	10	4
nikkel	11,3	15	12
zink	65	150	4
aluminium	169	200	20
koper	1,3	15	6
lood	2	15	7
chroom	0,6	1	17
cadmium	0,4	1,5	7

.....  
kan het doorboren, vergraven of verwijderen van beschermende impermeabele kleilagen het eronder liggende grondwater kwetsbaarder maken voor verontreinigingen. Door de onttrekking van grote hoeveelheden grondwater (met name ten behoeve van industriële doeleinden) wordt de grondwaterstand ter plaatse van puttenvelden verlaagd. Dat leidt tot grotere grondwaterstromen met als mogelijk gevolg dat eventuele verontreinigingen sneller de winplaats zullen bereiken. Opgemerkt dient te worden dat de snelheid van de grondwaterstromen niet gelijk is aan de snelheid waarmee de verontreiniging zich verplaatst (Bee88).



.....  
5 DE KWALITEIT VAN HET WATER UIT PARTICULIERE DRINKWATERPUTTEN

.....  
5.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk zijn de belangrijkste algemene bedreigingen voor de kwaliteit van het grondwater in Nederland geschetst. Afhankelijk van genoemde factoren als bodemsamenstelling, geohydrologie en vegetatie, zal de mate waarin de verontreiniging van de bodem invloed heeft op de kwaliteit van het grondwater per gebied verschillen.

De kwetsbaarheid van de Nederlandse bodem voor diverse soorten verontreinigingen is in kaart gebracht door het Centrum voor Milieukunde in Leiden in samenwerking met het RIVM (CML88). Men beoordeelt de gevoeligheid van zogenaamde 'ecodistricten' voor a uitspoeling van nitraat naar het grondwater b verzuring van bodem en ondiep grondwater c uitspoeling van zware metalen naar het grondwater d uitspoeling van organische microverontreinigingen naar het grondwater. Het begrip 'ecodistrict' is gedefinieerd als 'een ruimtelijke eenheid die homogeen is voor wat betreft in de tijd slechts zeer langzaam veranderende abiotische kenmerken'.

Uit de studie van het CML blijkt dat met name zandgronden gevoelig zijn voor verzuring en vermesting. Ook de doorslag van zware metalen en organische microverontreinigingen naar het grondwater zal vooral op de zandgronden optreden. Zandgronden zijn echter juist de gebieden in Nederland waar zich de intensieve veehouderij concentreert met - in veel situaties - daaraan gekoppeld een intensieve mais- en aardappelteelt. Kortom, de gebieden waar vermesting en verzuring aan de orde zijn. De teelt van mais en aardappelen brengt tevens het gebruik van bepaalde (specifieke) bestrijdingsmiddelen met



zich mee. In hoofdstuk 3 is aangegeven dat de meeste particuliere drinkwaterwinningen zich juist in deze gebieden bevinden.

De particuliere drinkwaterputten worden - zoals eerder gezegd - in tegenstelling tot de putten van de waterleidingbedrijven, niet systematisch gecontroleerd. Dit heeft tot gevolg dat er geen goed overzicht is van de kwaliteit van het uit particuliere putten gewonnen drinkwater. Wel zijn er in verschillende regio's afzonderlijke kwaliteitsonderzoeken uitgevoerd. Deze zijn echter slecht onderling vergelijkbaar vanwege verschillen in onderzoeksopzet, jaar van uitvoering en onderzochte kwaliteitsparameters. Het nitraatgehalte is de enige parameter die bij alle onderzoeken bepaald is.

.....

## 5.2 Gelderland

In 1986 en 1987 is zowel door de Chemiewinkel van de Vrije Universiteit Amsterdam als door de Landbouwuniversiteit Wageningen onderzoek verricht naar het nitraatgehalte van water uit particuliere putten in verschillende Gelderse gemeenten. Uit het onderzoek van de Chemiewinkel bleek dat van de ongeveer 160 watermonsters in de gemeente Eibergen (1987) slechts 36 procent aan de drinkwaternorm voor nitraat voldeed. In 46,5 procent van de monsters werden nitraatconcentraties tussen 50 en 200 mg nitraat per liter water gemeten. In 17,5 procent van de monsters werd meer dan 200 mg/liter gevonden (Che87). De resultaten van het onderzoek in Eibergen zijn representatief voor die uit overige gemeenten in Gelderland (Bol90). De nitraatgehalten van watermonsters die genomen waren in de zomer bleken niet verschillend van de nitraatgehalten van de watermonsters uit de winterperiode (Bol90).

Onderzoek van Hoekstra en Hoogveld wees uit dat ook in de gemeente Neede bij 47 van de in totaal 66 onderzochte privé-putten (72%) het opgepompte water een nitraatgehalte van meer dan 50 mg per liter had (Hoe87).

Het Waterlaboratorium Oost voerde een uitgebreid onderzoek uit naar de samenstelling van drinkwater van 23 particuliere winningen in Oost-Gelderland (Ben87). De putten waren geselecteerd op een reeds eerder waargenomen verhoogd

nitraatgehalte. Een samenvatting van de belangrijkste resultaten van dit onderzoek is weergegeven in Tabel 5.1. Voor zowel kalium als zink geldt dat bij meer dan de helft van de winningen de drinkwaternorm overschreden werd.

Volgens Bennekom et al is de bemesting van het land niet de enige oorzaak van de hoge nitraatgehalten bij particuliere drinkwaterbronnen. De aanwezigheid van veestallen, zinkputten en mesthopen op vaak geringe afstand van de winplaats, zou een belangrijke invloed hebben (en altijd gehad hebben) op het nitraatgehalte van het water. De onderzoekers verzamelden per winning ook gegevens over de afstand van de winput tot mogelijke verontreinigingsbronnen. Zij vonden echter geen verband tussen deze afstand en het nitraatgehalte van het water, hetgeen hun veronderstelling niet aannemelijk maakt.

.....  
Tabel 5.1 Resultaten van onderzoek in Oost-Gelderland naar waterkwaliteit van 23 particuliere drinkwaterputten met een hoog nitraatgehalte (Ben87).

---

stof	norm	% overschrijdingen	range
nitraat	50 mg/l	gemiddeld 225 mg/l	160-525
ammonium	0,16 mg/l	26	<0,05-8,5
kalium	12 mg/l	52	1,4-95
fosfaat	2 mg/l	0	<0,03-3,3
sulfaat	150 mg/l	4	16-160
pH	7 < pH < 9,5	22	4,5-7,9
lood	50 µg/l	4 (loden leiding)	<5-310
aluminium	200 µg/l	4	<5-920
cadmium	5 µg/l	0	<0,2-2,8
zink	100 µg/l	65	<5-3800
bacteriën	aanwezigheid coli	13	-

---

.....

Verder merken de auteurs op dat de aanwezigheid van *Escherichia coli*-bacteriën in het opgepompte water bij drie winplaatsen niet hoeft te betekenen dat de bacteriën ook al in het opgepompte grondwater aanwezig waren. Het is aannemelijk dat de infecties pas ontstaan bij langdurig stagneren van het water in de aanvoerslangen.

De Dienst Water en Milieu van de Provincie Gelderland bood gebruikers van particuliere drinkwaterputten in de jaren 1988 en 1989 de gelegenheid om de nitraatconcentratie in hun drinkwater te laten bepalen (Hoe90). In totaal gaven 1014 gebruikers gehoor aan deze oproep. In 65 procent van de gevallen voldeed het water aan de norm van 50 mg nitraat per liter; 16 procent van de monsters bevatte een nitraatgehalte tussen de 50 en 100 mg/liter. Nitraatgehalten hoger dan 100 mg/liter werden in 19 procent van de monsters gevonden.

Als vervolg hierop is een onderzoek verricht naar het voorkomen van bestrijdingsmiddelen in het drinkwater van particuliere onttrekkingen in Gelderland (CHLI89). Voor zover bekend is dit het enige onderzoek in Nederland waarbij het voorkomen van bestrijdingsmiddelen in het drinkwater van particuliere winningen nagegaan is. Het water van twaalf kleine particuliere drinkwaterwinningen in Lunteren, Neede en Zelhem is geanalyseerd op 24 bestrijdingsmiddelen die in Nederland veelvuldig gebruikt worden in de akkerbouw en op grasland. De twaalf winningen waren geselecteerd op een hoog nitraatgehalte (50-300 mg/liter). Atrazin, simazin, MCPA, mecoprop, 2,4,5-T, ethopropos, ethylparathion en bentazon werden aangetroffen in concentraties tussen 0,01 en 0,84 µg/liter. Er bleek geen eenduidig verband te zijn tussen de nitraatgehalten en de concentraties van bestrijdingsmiddelen in het drinkwater.

.....

### 5.3 Overijssel

In de streek Salland zijn in 1987 in totaal 41 putten bemonsterd door de Regionale Inspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne Overijssel (Bis88). De watermonsters zijn onderzocht op het voorkomen van nitraat, ammonium, kalium en fosfaat (Tabel 5.2). Evenals bij het onderzoek in Oost-Gel-

derland werden ook hier regelmatig de drinkwaternormen voor nitraat en kalium overschreden. Het fosfaatgehalte bleef onder de norm.

De Regionale Inspectie Overijssel is in 1990 begonnen met een onderzoek naar de kwaliteit van het drinkwater op campings in de provincie (Bis90). Dit onderzoek zal zich richten op de bacteriologische kwaliteit van dit particulier onttrokken drinkwater.

.....  
Tabel 5.2 Resultaten van onderzoek in Salland bij 41 putten. Regionale Inspectie voor de Milieuhygiëne Overijssel (Bis88).

---

stof	norm (mg/liter)	% overschrijdingen	range
nitraat	50	75	0,4-250
ammonium	0,16	61	<0,01-4,1
kalium	12	86	0,7-110
fosfaat	2	0	<0,01-0,50

---

.....  
5.4 Noord-Brabant

De Regionale Inspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne in Noord-Brabant presenteerde in juli 1983 de resultaten van een onderzoek in de Kempen (Lin83). Zij onderzocht het water van 27 particuliere drinkwaterputten op nitraatgehalte, bacteriologische kwaliteit en op het voorkomen van de sporenelementen cadmium, zink, arseen, koper en lood. De nitraatnorm van 50 mg/liter werd in 18 van de 27 onderzochte monsters overschreden. In alle monsters trof men een verhoging van het cadmiumgehalte ten opzichte van de natuurlijke referentiewaarde aan. Bij 4 putten werd de drinkwaternorm voor cadmium van 5 µg/liter bereikt of overschreden. Evenals het

cadmiumgehalte bleek ook het zinkgehalte verhoogd. De drinkwaternorm voor zink van 100 µg/liter werd bij de meeste putten ruimschoots overschreden; in sommige gevallen zelfs met een factor 100. De verhoogde concentraties van cadmium en zink in het water zijn onmiskenbaar te herleiden tot de regionale zinkindustrie. Ook voor lood en koper constateerde men een aantal overschrijdingen van de drinkwaternormen. Eén drinkwaterput bevatte water dat niet voldeed aan de eisen voor de bacteriële kwaliteit.

De Regionale Inspectie Noord-Brabant is bezig met het verwerken van de gegevens van een uitgebreid onderzoek naar de kwaliteit van het drinkwater van de nog aanwezige privé-putten in de provincie (Wil90). Men bepaalde de zuurgraad (pH), het elektrisch geleidingsvermogen (EGV), het nitraatgehalte en bacteriologische kwaliteitsparameters. Voorlopige resultaten wijzen er op dat een zeer hoog percentage van de particuliere winningen van drinkwater niet aan de gestelde eisen voldoet. Niet alleen wordt de norm voor nitraat veelvuldig overschreden, maar ook de bacteriologische kwaliteit van het water laat in een aantal gevallen te wensen over.

.....

#### 5.5 Limburg

De Gewestelijke Gezondheidsdienst Midden-Limburg stelde in samenwerking met de afdeling Humane Biologie van de Rijksuniversiteit Limburg een onderzoek in naar de relatie tussen hoge nitraatgehalten in het drinkwater uit privé-putten en het voorkomen van maagkanker in Limburg (Alb90). Op 25 plaatsen, waar men op basis van bodemgesteldheidsgegevens een verhoogd nitraatgehalte van het drinkwater kon verwachten, zijn watermonsters genomen. In 72% van de monsters vond men een nitraatgehalte boven de drinkwaternorm. De waarden varieerden tussen de 56 en 311 mg/liter. De onderzoekers schatten dat minstens een kwart van alle drinkwaterputten in Limburg een nitraatgehalte van meer dan 50 mg/liter bevat. De gezondheidsaspecten van dit onderzoek zullen in het volgende hoofdstuk besproken worden.

Onlangs hebben onderzoekers van de Chemiewinkel van de

Vrije Universiteit Amsterdam de nitriet- en nitraatgehalten en de zuurgraad bepaald van water uit privé-putten in de omgeving van Venray (Rid90). Van de 90 onderzochte monsters bevatte 26 procent een nitraatgehalte tussen 0 en 25 mg/liter, 15 procent een nitraatgehalte tussen 26 en 50 mg/liter, terwijl in 59 procent van de monsters een gehalte boven de 50 mg/liter werd aangetroffen. Twee monsters bevatten 500 mg nitraat per liter! Het nitrietgehalte voldeed in 9 procent van de gevallen niet aan de drinkwaternorm.

.....

#### 5.6 Noord-Holland

Het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland bemonsterde in 1986, 1987 en 1988 het drinkwater van in totaal 10 particuliere onttrekkers in het Gooi. Het bedrijf mat elk half jaar de zuurgraad, de aanwezigheid van E.coli (37°C) en het nitraatgehalte (PWN88). Ook hier constateerde men overschrijdingen van drinkwaternorm voor nitraat (Tabel 5.3).

.....

Tabel 5.3 Resultaten van regelmatige bemonstering van 10 particuliere drinkwaterputten in het Gooi door de Provinciale Waterleidingmaatschappij Noord-Holland (gemiddelde waarden uit 1986, 1987 en 1988; PWN88).

analyse	norm	minimum	gemiddelde	maximum
nitraat	50 mg/l	0,1	46	145
pH	7,0 < pH < 9,5	6,8	7,8	8,1
E.coli 37°C	1/100 ml	0/100 ml	0/100 ml	0/100 ml

.....

.....

#### 5.7 Utrecht

Het nitraatgehalte was bij 59 procent van de 87 in 1985 onderzochte putten in de regio Zuidoost-Utrecht meer dan 25 mg nitraat per liter en bij 36 procent meer dan 50 mg/liter (San86). Daarvoor had men reeds 14 putten in het Utrechtse

Heuvelrug-gebied concentraties van gechloreerde koolwaterstoffen boven de drinkwaternorm van 1 µg/liter aangetroffen (Dew85).

.....

#### 5.8 Buitenland

Tot slot enkele gegevens over de situatie rondom particuliere drinkwaterwinningen in enkele andere Europese landen (ECE88). In België is 5 tot 10 procent van de bevolking afhankelijk van drinkwater uit particuliere putten. In minimaal een kwart van de gevallen onttrekt men grondwater met een nitraatgehalte hoger dan 50 mg/liter.

Het Länderarbeitsgemeinschaft Wasser publiceerde in 1986 gegevens van een onderzoek naar nitraatgehalten in drinkwater uit particuliere putten in de Bondsrepubliek Duitsland. Meer dan vijfduizend drinkwaterputten werden bemonsterd. Een nitraatgehalte lager dan 50 mg/liter trof men aan in 71 procent van de gevallen, 16 procent van de putten leverde drinkwater met een nitraatgehalte tussen de 51-90 mg/liter en bij 12 procent nam men een nitraatgehalte van meer dan 90 mg/liter waar.

Volgens schattingen uit Zweden onttrekken ten minste 100 000 inwoners drinkwater uit particuliere putten met een nitraatgehalte hoger dan 50 mg/liter. Daarnaast worden naar schatting 70 000 van de in totaal ongeveer 500 000 particuliere bronnen in Zweden serieus bedreigd door een sterke verzuring van het grondwater (Att88). Dat de verzuring de bodem en het grondwater in Zweden en andere Scandinavische landen meer aantast dan in andere delen van Europa wordt veroorzaakt door verschillen in de bodemsamenstelling. De bodem in Noord-Europa bevat van nature minder neutraliserende bestanddelen dan elders (Fal88). Deze verzuring resulteert in de betreffende landen behalve in een verhoogde hardheid van het water ook in een aanzienlijke stijging van koper- en aluminium-concentraties in het grondwater.

.....  
6 GEZONDHEIDSRISICO'S VOOR MENS EN DIER

.....  
6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zullen de mogelijke gezondheidsrisico's voor mens en dier bij regelmatig gebruik van drinkwater uit eigen winningen besproken worden. De risico-analyses zijn gericht op de componenten waarvan reeds is aangetoond dat de norm regelmatig overschreden wordt en op stoffen waarvan de kans groot is dat bij een groot deel van de winningen niet aan de norm voldaan wordt, hetgeen door de beperkte opzet van de tot nu toe uitgevoerde onderzoeken (nog) niet onomstotelijk vaststaat.

.....  
6.2 Nitraat

Het water van de meeste onderzochte drinkwaterputten in Nederland bevat hoge tot zeer hoge concentraties nitraat. De gezondheidsrisico's van nitraat voor mens en dier zijn uitvoerig behandeld in het Basisdocument Nitraat (RIVM87) en het Gezondheidsraadsadvies over dat rapport (GR90).

.....  
Mens

Al aan het begin van de jaren vijftig waarschuwde Trines voor te hoge concentraties nitraat in het drinkwater (Tri52). Aanleiding daartoe vormde het voorkomen van enkele gevallen van blauwzucht (zie onder) bij baby's in Noord-Brabant.

Nitraat zelf is nauwelijks toxisch voor de mens. De toxiciteit van nitraat voor de mens wordt echter bepaald door de omzetting van de stof in nitriet. Deze omzetting vindt alleen plaats in een weinig zuur milieu. Dit is dan ook de reden



dat deze reactie bij gezonde volwassen personen slechts een bescheiden rol speelt. Immers de uitscheiding van maagzuur onderdrukt de bacteriële groei en daarmee een verhoogde vorming van nitriet. Nitriet kan een verstoring van het zuurstoftransport naar de weefsels veroorzaken. Ook kan nitriet met in de voeding aanwezige nitroseerbare verbindingen reageren, waardoor kankerverwekkende nitrosoverbindingen kunnen ontstaan.

Het drinkwater vormt niet de enige bron van nitraat. Ook het voedsel, in het bijzonder verschillende groenten, bevat soms aanzienlijke concentraties nitraat. Verder kan nitraat in het lichaam gevormd worden uit velerlei stikstofhoudende verbindingen. De mate waarin iemand gezondheidsrisico's loopt als gevolg van nitraat is dus zeker niet alleen afhankelijk van de inname via het drinkwater.

.....

#### Verstoring van het zuurstoftransport: methemoglobinemie

Een verhoging van de concentratie van nitriet in het bloed leidt tot de oxydatie van hemoglobine tot methemoglobine. Belangrijk gevolg van deze reactie is dat het bloed één van zijn belangrijkste functies, namelijk de opname van zuurstof en het transport van zuurstof naar perifere weefsels, minder efficiënt kan uitvoeren. Wanneer een gehalte van methemoglobine in het bloed 10 procent of meer is, spreekt men van een klinische methemoglobinemie. Dan kunnen zichtbare symptomen als cyanose (blauwzucht) ontstaan. Van nitriet is eveneens bekend dat verhoogde concentraties in het lichaam een verlaging van de bloeddruk veroorzaken. Dit is te wijten aan een bloedvatverwijdende werking van nitriet.

Jonge kinderen zijn gevoeliger voor nitraat dan volwassenen. Dit komt omdat de bacteriële omzetting van nitraat in nitriet hoger is dan bij volwassenen. Bovendien treden bij jonge kinderen veel frequenter maagdarminfecties op, die veranderingen in de zuurgraad en de darmflora veroorzaken. Zuigelingen zijn extra gevoelig voor nitriet. Het bij pasgeborenen nog aanwezige foetaal hemoglobine wordt namelijk sneller omgezet in methemoglobine, en het gevormde methemoglobine kan minder snel weer teruggevormd worden tot hemoglobine.

De totale dagelijkse opname van nitraat via voedsel en drinkwater door een volwassene in Nederland bedraagt gemiddeld 160 mg. Dit is ongeveer een factor 68 lager dan het geen-effect niveau van 11000 mg berekend uit proeven met ratten. Dit is het niveau waarbij geen methemoglobinemie is waargenomen. In deze berekening is uitgegaan van een consumptie van 2 liter drinkwater per dag met een nitraatgehalte van 50 mg/liter. Vegetariërs en volkstuinders, die veel groenten consumeren, nemen ongeveer anderhalf maal zoveel op (GR90). Bij de onderzoeken naar de samenstelling van het drinkwater uit privé-putten kwam naar voren dat de drinkwaternorm voor nitraat in vele gevallen overschreden wordt. In bepaalde regio's zijn nitraatgehalten van méér dan 500 mg/liter gemeten. De opname van nitraat bij consumptie van dit water is nog steeds een factor 10 lager dan het bovengenoemde 'no observed effect level' (NOEL) voor ratten. Er zijn dus geen effecten te verwachten bij volwassenen, mits de consumptie van groenten met veel nitraat beperkt is.

Bij zuigelingen ligt de situatie anders. Allereerst neemt een zuigeling, indien gevoed met flessemelk, op basis van zijn geringe lichaamsgewicht relatief veel meer water op dan volwassenen. Volgens berekening is er bij consumptie van drinkwater met een nitraatgehalte van 50 mg/liter nog maar nauwelijks verschil tussen de nitraatopname en het NOEL. De Gezondheidsraad schat dat het drinkwater van baby's bij een gemiddelde drinkwaterconsumptie van 0,5 liter per dag niet meer dan 50 mg nitraat per liter mag bedragen. Bij een hoger gehalte kan methemoglobinemie optreden. Het water uit een groot aantal privé-putten overschrijdt deze waarde ruimschoots en kan daarom de gezondheid van baby's bedreigen. Daar komt bij dat bij het afleiden van deze maximale waarde geen rekening is gehouden met het optreden van maagdarminfecties. Baby's met maagdarminfecties moeten in ieder geval gevoed worden met drinkwater met een laag nitraatgehalte (GR90).

.....

#### Risico op kanker

De veronderstelling dat nitraat kanker veroorzaakt is

gebaseerd op het feit dat uit nitriet en nitroseerbare verbindingen in het lichaam kankerverwekkende nitrosoverbindingen gevormd kunnen worden. Nitroseerbare verbindingen worden opgenomen via het voedsel. Vooral bepaalde groentesoorten bevatten hoge tot zeer hoge concentraties nitroseerbare verbindingen. Een duidelijke relatie tussen nitraatopname en maagkanker is bij gezonde personen niet aangetoond (GR90).

Bij het onderzoek van de GGD te Limburg (zie Hoofdstuk 5) vond men een positieve correlatie tussen het nitraatgehalte van het drinkwater en de concentraties van nitraat in het lichaam. Een belangrijker resultaat van het onderzoek was dat er geen verband tussen verhoogde nitraatconcentraties in het lichaam en chromosoomafwijkingen in bloedcellen.

Het Gezondheidsraadadvies acht een geringe rol van de inname van nitraat bij het ontstaan van maagdarmkanker echter niet geheel uit te sluiten. Dat is volgens de Gezondheidsraad voldoende reden om er naar te streven de nitraatbelasting via voedsel en drinkwater niet verder toe te laten nemen (GR90).

.....

#### Dier

De Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek beschouwt water met een nitraatgehalte lager dan 30 mg/liter als geschikt voor rundvee (COMV82). Wanneer het drinkwater méér dan 200 mg nitraat per liter bevat, komt het in principe niet meer in aanmerking voor het drenken van vee. Bij verschillende particuliere bronnen zijn nitraatwaarden hoger dan 200 mg/liter gemeten.

Ook bij landbouwhuisdieren berust de toxiciteit van nitraat vooral op de omzetting in nitriet en het als gevolg daarvan mogelijk optreden van methemoglobinemie. Uit een vergelijkend toxicologisch onderzoek is naar voren gekomen dat koeien veel gevoeliger zijn voor nitraat dan muizen, ratten en konijnen (RIVM87). De reductie van nitraat bij herkauwers is namelijk aanzienlijk groter dan bij niet-herkauwende kalveren en knaagdieren. Bij runderen zijn er aanwijzingen dat verhoogde nitraatconcentraties tot abortus van de vrucht kunnen leiden (GR90).

.....

### 6.3 Aluminium

Slechts in één van de regionale onderzoeken is het aluminiumgehalte van drinkwater uit privé-putten onderzocht. Het percentage overschrijdingen was gering. Echter gezien de aanzienlijke, landelijk waargenomen, stijging van de aluminiumconcentraties in het ondiepe grondwater in Nederland, is het aannemelijk dat ook in andere regio's aluminiumgehalten boven de drinkwaternorm kunnen worden aangetroffen. Onder andere uit een Engels epidemiologisch onderzoek is naar voren gekomen dat aluminium in het drinkwater mogelijk een risicofactor is voor het ontstaan van de ziekte van Alzheimer, een vorm van seniele dementie (Mar89). De ziekte blijkt 1,5 maal meer op te treden in gebieden met een aluminiumgehalte hoger dan 0,11 mg/liter, in vergelijking met gebieden waar de concentratie van aluminium niet boven de 0,01 mg/liter uitkomt. De huidige drinkwaternorm voor aluminium bedraagt 0,2 mg/liter.

.....

### 6.4 Bestrijdingsmiddelen

Bestrijdingsmiddelen zijn lichaamsvreemde en per definitie biologisch werkzame stoffen. Het uitgangspunt in Nederland bij het vaststellen van normen voor bestrijdingsmiddelen in drinkwater is daarom dat dergelijke stoffen niet in het drinkwater thuis horen. De norm is dan ook gebaseerd op de concentratie bestrijdingsmiddelen die destijds minimaal in het drinkwater te detecteren was (zie Hoofdstuk 3). De normen voor bestrijdingsmiddelen missen dus een toxicologische onderbouwing. Dit betekent dat overschrijding van deze normen niet direct gevolgen voor de gezondheid van de consument hoeft te hebben.

De normen voor bestrijdingsmiddelen die zowel de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) als Amerikaanse en Canadese overheidsinstanties hanteren, is (voor zover mogelijk) wel gebaseerd op een evaluatie van gezondheidsrisico's (Hru88). Voor de herbiciden atrazin en simazin bijvoorbeeld, die zijn aangetroffen in een particuliere winning, bijvoorbeeld zijn volgens de WHO-richtlijnen de maximaal aanvaardbare concentra-

ties 2, respectievelijk 17 µg/liter. Deze waarden wijken beduidend af van de 'analytisch' onderbouwde Nederlandse drinkwaternorm. De overschrijdingen van drinkwaternormen voor bestrijdingsmiddelen lijken derhalve eerder nog een milieuhygiënisch probleem dan een volksgezondheidsprobleem. Goede overzichten van de effecten van bestrijdingsmiddelen op mens en dier vindt men in overzichtsartikelen van onder andere Hayes en Lawes (Hay90).

.....

#### 6.5 Cadmium

Verontreinigingen van het drinkwater van particuliere winningen met cadmium blijken van lokale aard te zijn. Zo wordt bij het onderzoek in Oost-Gelderland (Ben87) de drinkwaternorm van 5 µg cadmium per liter nergens overschreden, terwijl dit in de Kempen bij verscheidene drinkwaterputten wel het geval is. Het aandeel van een verhoogd cadmiumgehalte in drinkwater in de dagelijkse cadmiumopname zal in het algemeen gering zijn. De door de WHO voorgestelde aanvaardbare dagelijkse orale opname bedraagt 57-71 µg cadmium per persoon (WHO72).

Verhoogde opname van cadmium kan onder andere leiden tot vasculaire aandoeningen en effecten op de nierfunctie en het immuunstelsel.

.....

#### 6.6 Zink

Zink is een essentieel element voor mens en dier. De Nederlandse drinkwaternorm voor zink van 100 µg per liter is niet vastgesteld op grond van een toxicologische gegevens. De WHO hanteert als drinkwaternorm voor zink een waarde van 5 mg per liter. De geringe toxiciteit van de stof en het feit dat de stof zich niet ophoopt in het lichaam maken dat de kans op schadelijke effecten van zink op de mens niet groot is. Bij een voldoende opname van andere essentiële metalen als ijzer en koper zullen zelfs bij een dagelijkse opname van 150 mg zink de gezondheidsrisico's voor de mens gering zijn (WHO84). Wel kan een zinkgehalte van meer dan 5 mg per liter in het drinkwater consequenties hebben voor de kleur en de smaak van

het water.

.....

#### 6.7 Kalium

Het kaliumion is het meest voorkomende kation in de cellen bij de mens en speelt met name een belangrijke rol bij het functioneren van zenuw- en spiercellen (via de membraanpotentialiaal).

De dagelijkse kaliumopname via voedsel en drinkwater wordt voor een volwassene geschat op ongeveer 3300 milligram (ICR75). De hoogste concentratie kalium die gemeten is in drinkwater uit particuliere putten, bedroeg 110 milligram per liter. Ook deze concentraties van kalium in het drinkwater die hoger zijn dan normaal, geven vooralsnog geen aanleiding tot gezondheidsrisico's.

.....

#### 6.8 Bacteriologische verontreinigingen

Bacteriologische verontreiniging van het drinkwater verhoogt de kans op allerlei maagdarminfecties. In paragraaf 6.2 kwam naar voren dat maagdarminfecties een versterkend effect kunnen hebben op de gezondheidsrisico's van nitraat. Dit houdt in dat bacteriologisch verontreinigd drinkwater met een hoog nitraatgehalte altijd als ongeschikt voor consumptie beschouwd moet worden.



.....  
7 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

.....  
Volgens recente schattingen van regionale waterleidingbedrijven en volksgezondheidsinspecties zijn er in Nederland nog enkele duizenden woningen die niet op het openbare drinkwaterleidingnet zijn aangesloten. Deze huishoudens zijn voor hun drinkwatervoorziening aangewezen op lokale bronnen. Het opgepompte grondwater wordt in de meeste gevallen zonder enige vorm van zuivering door mens en dier geconsumeerd. De particuliere winningen bevinden zich voornamelijk in de dun bevolkte en agrarische gebieden in het midden en oosten van het land.

Door het voeren van actieve voorlichtingscampagnes zijn provinciale en gemeentelijke instanties er de afgelopen jaren in geslaagd, om het aantal particuliere drinkwaterwinners aanzienlijk terug te dringen. Desondanks lijkt er voortsnog een groep consumenten te blijven bestaan die op grond van principiële of andere redenen moeilijk te overreden is om hun woning te laten aansluiten op de openbare drinkwatervoorziening.

.....  
De grondwaterkwaliteit in Nederland wordt ernstig bedreigd, zoals onder andere gesignaleerd is in het in 1989 verschenen RIVM-rapport 'De kwaliteit van het grondwater in Nederland' (RIVM89). Processen als verzuring, vermesting en verspreiding van milieugevaarlijke stoffen vormen de voornaamste bedreigingen. De concentraties van diverse stoffen in het grondwater overschrijden reeds op veel plaatsen in Nederland de wettelijk vastgestelde drinkwaternormen.



.....

Het merendeel van de particuliere bronnen bevindt zich op de zandgronden. Op deze gronden laat het (ondiepe) grondwater zich relatief eenvoudig oppompen. Aan de andere kant zijn deze zandgronden relatief het meest gevoelig voor een groot deel van de eerdergenoemde bedreigingen van bodem en grondwater. Bij de particuliere drinkwaterwinning ontbreken bovendien de beschermingszones, zoals die ingesteld zijn bij de openbare grondwaterwingebieden. Derhalve mist de eerstgenoemde groep a priori de veiligstelling tegen bacteriologische en chemische verontreinigingen.

In tegenstelling tot de situatie bij de openbare drinkwaterwinning, vindt er bij de lokale bronnen geen systematische controle op de kwaliteit van het drinkwater plaats. Kwaliteits-onderzoek bij de particuliere bronnen beperkt zich tot incidentele en lokale studies. De diverse onderzoeken zijn redelijk verspreid over de relevante gebieden in Nederland uitgevoerd. Desondanks blijft het moeilijk een algemeen beeld te schetsen van de kwaliteit van het drinkwater uit particuliere winningen. Dit is deels te wijten aan verschillen in onderzoeksopzet, maar ook omdat bij de onafhankelijke deelonderzoeken niet altijd dezelfde verontreinigde stoffen onderzocht zijn. Het nitraatgehalte is de enige parameter die bij alle onderzoeken bepaald is.

Samengevat weerspiegelen de resultaten van de verschillende studies de vermindering van de grondwaterkwaliteit in Nederland. De drinkwaternorm voor nitraat wordt bij meer dan de helft van de onderzochte drinkwaterputten ruimschoots overschreden. Het water uit privé-putten voldoet in veel gevallen ook niet meer aan de drinkwaternorm voor nitraat die de overheid ten behoeve van landbouwhuisdieren hanteert. Ook in het geval van kalium, dat slechts in enkele studies onderzocht, werd een hoog percentage overschrijdingen van de norm gesignaleerd. Verhoogde concentraties cadmium en zink trof men aan bij onderzoek in de Kempen. Bestrijdingsmiddelen zijn in het algemeen buiten beschouwing gelaten. Slechts bij één onderzoek inventariseerde men de aanwezigheid van een beperkte

groep bestrijdingsmiddelen. Verscheidene middelen werden aangetroffen in particuliere drinkputten in Gelderland. In enkele gevallen werd de algemene drinkwaternorm voor bestrijdingsmiddelen van 0,1 µg/liter overschreden. Naast chemische verontreinigingen werden verscheidene malen bacteriologische verontreinigingen hoger dan de norm geconstateerd.

Een belangrijke conclusie is dat de concentraties van de verontreinigende stoffen in het particulier onttrokken grondwater gemiddeld aanzienlijk hoger liggen dan de concentraties die tot op heden gemeten zijn in het grondwater van de beschermde openbare waterwingebieden.

.....

De hoge nitraatconcentraties in het drinkwater zullen in het algemeen niet direct aanleiding geven tot problemen voor de volksgezondheid. Een uitzondering hierop vormen bepaalde risicogroepen, zoals baby's en mensen met maag- en/of darmziekten. Met name bij de eerste groep is de kans groot, dat consumptie van drinkwater met hoge nitraatconcentraties (meer dan 500 mg/liter), zoals bij sommige lokale bronnen zijn gemeten, leidt tot methemoglobinemie. Van drinkwater met een hoog nitraatgehalte, dat tevens bacteriologisch verontreinigd is, wordt aangenomen dat de consumptie hiervan extra verhoogde gezondheidsrisico's met zich mee brengt.

Het is moeilijk een uitspraak te doen over de gezondheidsrisico's voor de mens ten gevolge van verhoogde concentraties bestrijdingsmiddelen in het drinkwater. De drinkwaternormen voor bestrijdingsmiddelen zijn in Nederland niet gebaseerd op toxicologische gegevens. Voor de middelen atrazin en simazin kan echter gesteld worden, dat de in het water van privé-putten gemeten waarden nog ruimschoots onder de door de Wereldgezondheidsorganisatie vastgestelde maximaal aanvaardbare concentraties liggen.

.....

Drinkwaternormen zijn bepaald aan de hand van (toxicologische) gegevens die betrekking hebben op blootstelling aan de afzonderlijke stof. Bij de evaluatie van de gezondheidsrisico's die op kunnen treden bij drinken van ongezuiverd grond-

water, dient men bedacht te zijn op het feit dat altijd blootstelling aan meerdere stoffen tegelijk plaats vindt. De werkelijke risico's kunnen afwijken van het resultaat dat op grond van de afzonderlijke risico-schattingen te verwachten zou zijn.

.....

Zelfs volgens de meest optimistische scenario's, en allerlei beschermingsplannen ten spijt, zullen de concentraties van verscheidene verontreinigende stoffen (met name nitraat) in grondwater de komende jaren blijven stijgen. Voor bestrijdingsmiddelen wordt naast een duidelijke verhoging van de concentraties, vooral een toename van het aantal aan te treffen middelen verwacht. Aangenomen mag worden dat ook de kwaliteit van het particulier te winnen drinkwater verder achteruit zal gaan. Gebruik van drinkwater uit privé-putten zal derhalve in toenemende mate gepaard gaan met gezondheidsrisico's voor mens en dier.

.....

De meest structurele oplossing voor dit probleem is het terugdringen van de vervuiling van het grondwater, zodat dit geschikt blijft -of weer geschikt wordt- voor consumptie. Voorlopig echter is het beleid van de (regionale) overheid er op gericht om door middel van verdere acties de resterende woningen in de provincies aan te laten sluiten op het openbare drinkwaternet. Dit zou in ieder geval een controle op de kwaliteit van het water waarborgen. Indien deze aansluiting, bijvoorbeeld om financiële redenen gefaseerd moet worden uitgevoerd, verdient het aanbeveling om in eerste instantie die bronnen te saneren waar reeds een ernstige mate van verontreiniging van het water geconstateerd is. In veel gevallen zal dit de meest ondiepe bronnen betreffen.

Tot die tijd verdient het aanbeveling om de consument door middel van voorlichting te wijzen op de huidige situatie rond de particuliere drinkwaterwinning en de gezondheidsrisico's (met name ten aanzien van bepaalde risicogroepen), en de verwachtingen hieromtrent. De mogelijkheid dient voorhanden te zijn om de kwaliteit van het drinkwater te laten controleren op een uitgebreide set kwaliteitsparameters.

Het slaan van diepere putten kan slechts als een tijdelijke oplossing gezien worden. Bovendien bestaat hierbij de kans dat het ene probleem (bijvoorbeeld hoog nitraatgehalte) plaats maakt voor een ander (bijvoorbeeld hoog sulfaatgehalte). Ten slotte dient bij de voorlichting kenbaar gemaakt te worden dat ook voor landbouwhuisdieren het drinkwater uit vele privé-putten de kwaliteitsgrenzen reeds bereikt heeft.



.....  
8 LITERATUUR

- .....
- Alb90 Alberding HJ, Marx AJM. Nitraatcontaminatie in drinkwater. GGD Midden-Limburg 1990. 73 p.
- Att88 Atta D von. Thousands of swedish wells acidified. Acid Magazine 1988; 6: 22-24.
- Bee88 Beek CGEM van, Vinkers HJ. De effecten van het milieu op drinkwater bereid uit grondwater. Milieu 1988/3; 65-70.
- Ben87 Bennekom CA, Dierx HAL, Vriezen, WB. Waterkwaliteit bij particuliere winningen met hoge nitraatgehalten. H<sub>2</sub>O 1987; 20 (25): 631-5.
- Ben87a Bennekom CA. Kwaliteitsveranderingen van grondwater als gevolg van uitspoeling van meststoffen. H<sub>2</sub>O 1987; 20 (9): 194-200.
- Bis88 Mededeling Ir FG Bisschop, Regionale Inspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne Overijssel 1988.
- Bis90 Persoonlijke mededeling Ir FG Bisschop, Regionale Inspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne 1990.
- Bol90 Persoonlijke mededeling Dhr de Bolster, Chemiewinkel VU Amsterdam 1990.
- Che87 Onderzoek naar nitraatgehalten in particuliere putten. 1986, 1987 en 1988. Chemiewinkel VU Amsterdam. Interne rapporten.
- CHLI89 Chemielinco. Verslag van onderzoek naar bestrijdingsmiddelen in partikuliere onttrekkingen in de provincie Gelderland. Project No.874901. 1989.16 p.
- CML88 Klijn F. Milieubeheer-gebieden, Deel B: gevoeligheid van de ecodistricten voor verzuring, vermisting, verontreiniging en verdroging. CML mededelingen juni 1988; 37.

- COMV82 Commissie Onderzoek Minerale Voeding. Handleiding Mineralenonderzoek bij rundvee in de praktijk. Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek. 's-Gravenhage 1982. Derde druk.
- Dew85 Mededeling Ir LM Dewever, Regionale Inspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne Utrecht. 1985.
- ECE88 Nitrate and drinking water. Technical report 27, ECETOC 1988.
- Fal88 Falk H. Acidified groundwater a serious problem. Acid Magazine 1988; 6: 32.
- Fer87 Evaluatie van de voorlichting sanering particuliere drinkwaterwinning in Z.O.Utrecht ten dienste van het Ministerie van VROM. Bureau Ferro BV 1987.
- GR90 Gezondheidsraad. Nitraat. Toetsing van een ontwerp-basisdocument. Rapport 1989/29. 's Gravenhage: Gezondheidsraad, 1990; 83p.
- Hay90 Hayes WJ and ER Laws. Handbook of pesticide toxicology. Vol. I,II and III. Academic Press.
- Hoe87 Hoekstra JTh, Hoogveld SCM. in Vulnerability of soil and groundwater to pollutants. TNO/RIVM, proceedings 38: 585-90.
- Hoe90 Mededeling Ir J Hoekstra, Dienst Milieu en Water Provincie Gelderland 1990.
- Hru88 Hrubec J. Bestrijdingsmiddelen en drinkwater. H<sub>2</sub>O 1988; 21-(11): 278-82.
- ICR75 Report of the Task Group on Reference Man. International Commission on Radiological Protection. No 23. Pergamon Press 1975. 480 pp.
- Jop90 Persoonlijke mededeling drs MJM Joppen 1990, Regionale Inspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne Limburg.
- Lag89 Lagas P, Verdam B, Loch JPG. Bedreiging van de grondwaterkwaliteit door bestrijdingsmiddelen. H<sub>2</sub>O 1989; 22(14): 422-7.
- Lin83 Linden van de. Algemene beschouwing inzake het door particulieren in de Kempen opgepompte grondwater bestemd als drinkwater. Regionale Inspectie Milieuhygiëne Noord-Brabant 1983.
- Mar89 Martyn CN et al. Geographical relation between Alzheimers'disease and aluminium in drinking water. Lancet 14 january 1989; 59-62.

- PWN88 Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland. Kwaliteit Bronwater. Mededeling Ir J Willemsen-Zwaagstra 1988.
- Ree90 Persoonlijke Mededeling Ir FO Reerink 1990, Regionale Inspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne Utrecht.
- Rid90 Ridder K de. Nitraat in het drinkwater. Chemiewinkel VU Amsterdam 1990.
- RIVM87 Duyvenbode W van, Matthijssen AJCM, eds. Basisdocument nitraat. RIVM-rapport 758473007, 1987.
- RIVM89 Beugelink GP et al. De kwaliteit van het grondwater in Nederland. RIVM-rapport 1989; 728820001.
- RIVM90 Berg R van den et al. Verdunning en omzetting van bestrijdingsmiddelen in grondwater. RIVM-rapport 1990; 725801002.
- San86 Saneringsplan Particuliere Drinkwaterwinning. Voorlichtingsplan. Regionale Inspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne Utrecht 1986.
- Tri52 Trines H. Cyanose (methaemoglobinaemie) bij zuigelingen, als gevolg van het gebruik van nitraathoudend putwater bij de voeding. Verslagen en Mededelingen betreffende de Volksgezondheid 1952.
- Tro90 Persoonlijke Mededeling Dr T Trouwborst 1990, Inspectie Volksgezondheid, Directie Drinkwater, Water en Bodem VROM.
- VEWI80 VEWIN, Waterleidingstatistiek 1980.
- VEWI84 VEWIN, Waterleidingstatistiek 1984.
- VEWI85 VEWIN, Waterleidingstatistiek 1985.
- VROM88 Basisdocument nitraat. DGM, ministerie van VROM 1988.
- VROM89 Milieucriteria ten aanzien van stoffen ter bescherming van bodem en water. VROM 1989.
- Wat84 Waterleidingsbesluit. Besluit van 2 april 1984, houdende wijziging van het Waterleidingsbesluit. Staatsblad 1984; 220.
- WHO72 The hazards to health of persistent substances in water; annexesto a report of a WHO Working Group. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 1972.
- WHO84 Guidelines for drinking-water quality. Vols. 1,2 and 3. World Health Organization Geneva, 1984.



- Wil90    Persoonlijke mededeling Dhr P Willems, Regionale Inspectie van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne Noord-Brabant 1990.
- Zoe88    Zoeteman BCJ. Milieubeheer, een kwestie van schaalvergroting. H<sub>2</sub>O 1988; 21: 385-7.
- Zor88    Langeweg, F ed. Zorgen voor Morgen. Nationale Milieuverkenning 1985-2010. RIVM 1988.

.....  
BIJLAGEN

.....

- 1 Drinkwaternormen.
- 2 Gedeelte voorlichtingsplan provincie Utrecht voor sanering particuliere drinkwaterputten.



BIJLAGE 1

Drinkwaternormen

Drinkwaternormen volgens Waterleidingsbesluit. Besluit van 2 april 1984, houdende wijziging van het Waterleidingsbesluit. Staatsblad 1984; 220.

.....  
Tabel I Waarden die niet mogen worden overschreden.

<i>parameter</i>	<i>waarde</i>
1 arseen	50 µg/l As*
2 cadmium	5 µg/l Cd*
3 cyaniden	50 µg/l CN
4 chroom	50 µg/l Cr
5 kwik	1 µg/l Hg*
6 nikkel	50 µg/l Ni
7 lood	50 µg/l Pb* **
8 antimoon	10 µg/l Sb
9 seleen	10 µg/l Se
10 pesticiden waaronder worden verstaan:	
- organochloor-pesticiden en hun isomeren	
- choline-esterase remmers	
- carbamaten	
- andere bestrijdingsmiddelen alsmede polyhalogeen bi- en trifenylen	
- per afzonderlijke stof	0,1 µg/l
- totaal	0,5 µg/l
11 polycyclische aromatische koolwaterstoffen	0,2 µg/l
12 bacteriën van de coligroep	- in drinkwater bij het verlaten van het pompstation minder dan 1 per 300 ml*** - in drinkwater in het distributiegebied minder dan 1 per 100 ml***
13 thermotolerante bacteriën van de coligroep	- in drinkwater bij het verlaten van het pompstation minder dan 1 per 300 ml*** - in drinkwater in het distributiegebied minder dan 1 per 100 ml***
14 faecale streptokokken	minder dan 1 per 100 ml
15 sporen van sulfiet-reducerende clostridia	minder dan 1 per 100 ml

\* Bij geconstateerde overschrijding van 5 µg/l arseen, 1 µg/l cadmium, 0,2 µg/l kwik en 15 µg/l lood in drinkwater bij het verlaten van het pompstation, dient de eigenaar de inspecteur van de volksgezondheid, belast met het toezicht op de hygiëne van het milieu, hiervan onverwijld in kennis te stellen.

\*\* Bepaling van het loodgehalte dient te geschieden nadat de inhoud van het leidinggedeelte waaruit het monster zal genomen worden, ververst is.

\*\*\* Indien de waarde wordt overschreden en zulks eveneens het geval is na herhaling van het onderzoek, dient onderzoek plaats te vinden ten aanzien van de andere microbiologische parameters van deze tabel.

Tabel II Waarden die slechts mogen worden overschreden in de in artikel 4, tweede lid, onder a. bedoelde gevallen.

parameter	waarde
1 kleurintensiteit	20 mg/l Pt/Co schaal
2 troebelingsgraad	10 mg/l SiO <sub>2</sub> of de overeenkomende waarde in formazine-troebelingseenheden
3 geurverduunningsfactor	2 bij 12° C 3 bij 25° C
4 smaakverduunningsfactor	2 bij 12° C 3 bij 25° C
5 temperatuur	25° C
6 zuurgraad	7 < pH < 9,5
7 droogresten (bij 180° C)	1000 mg/l
8 sulfaat	150 mg/l SO <sub>4</sub> <sup>-*</sup>
9 fluoride	1,1 mg/l F
10 ammonium	0,16 mg/l N
11 organisch gebonden stikstof	1 mg/l N
12 nitriet	0,1 mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
13 nitraat	50 mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
14 fosfaat (totaal)	2 mg/l P
15 oxydeerbaarheid met kaliumpermanganaat (bepaling uitgevoerd in zuur milieu)	5 mg/l O <sub>2</sub>
16 natrium	120 mg/l Na <sup>+++</sup>
17 kalium	12 mg/l K <sup>+</sup>
18 magnesium	50 mg/l Mg <sup>++</sup>
19 aluminium	0,2 mg/l Al <sup>+++</sup>
20 ijzer	0,2 mg/l Fe
21 mangaan	50 µg/l Mn
22 zilver	10 µg/l Ag
23 barium	500 µg/l Ba
24 minerale olie	10 µg/l
25 met waterdamp vluchtige fenolen	0,5 µg/l C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
26 oppervlakte-actieve stoffen die reageren met methyleenblauw	200 µg/l laurysulfaat
27 zwavelwaterstof	niet organoleptisch aantoonbaar
28 agressiviteit	het water mag niet agressief zijn

\* Voor overschrijding van deze waarde kan ontheffing worden verleend tot ten hoogste 250 mg/l So<sub>4</sub>.

\*\* Voor overschrijding van deze waarde kan ontheffing worden verleend tot ten hoogste 150 mg/l met dien verstande dat deze waarde beschouwd moet worden in een waarnemingsreeks over een periode van 3 jaar waarbij ten minste 80% van de waarnemingen aan deze eis moet voldoen.

\*\*\* Bij geconstateerde overschrijding van 30 µg/l aluminium in drinkwater bij het verlaten van het pompstation, dient de eigenaar de inspecteur van de volksgezondheid, belast met het toezicht op de hygiëne van het milieu, hiervan onverwijld in kennis te stellen.

.....  
Tabel III Waarden die slechts mogen worden overschreden in de in artikel 4, tweede lid, onder b, bedoelde gevallen.

<i>parameter</i>	<i>waarde</i>
1 geleidingsvermogen voor elektriciteit	125 mS/m**
2 chloride	150 mg/l Cl <sup>-</sup> *
3 calcium	150 mg/l Ca <sup>++</sup> *
4 zuurstof	niet minder dan 2 mg/l O <sub>2</sub>
5 met chloroform extraheerbare stoffen	1 mg/l (droogrest)
6 gehalogeneerde koolwaterstoffen, geen pesticiden zijnde	1 µg/l per afzonderlijke stof
7 koper	- in drinkwater bij het verlaten van het pompstation: 0,1 mg/l Cu* - in drinkwater na 16 uur stilstand in een koperen leiding: 3 mg/l Cu*
8 zink	- in drinkwater bij het verlaten van het pompstation: 0,1 mg/l Zn* - in drinkwater na 16 uur stilstand in een verzinkt metalen leiding: 5 mg/l Zn*
9 gesuspendeerde stoffen	1 mg/l*
10 boor	1 mg/l B*
11 aantal bij 22° C kweekbare kieren	in het distributiegebied, als geometrisch jaargemiddelde, minder dan 100 per ml**
12 aantal bij 37° C kweekbare kieren	in het distributiegebied, als geometrisch jaargemiddelde, minder dan 10 per ml**

\* Ten aanzien van de parameters geleidingsvermogen voor elektriciteit, chloride, calcium, koper, zink, gesuspendeerde stoffen en boor is van overschrijding sprake als het jaargemiddelde van de waarnemingen de in de tabel genoemde waarden overschrijdt.

\*\* Deze waarden gelden bij gesloten leidingnet, niet in de gevallen waarin het leidingnet in verband met reparaties is geopend.

.....

.....

**Tabel IV** Waarden die tenminste aanwezig dienen te zijn indien het water, alvorens aan de verbruikers te worden geleverd, een hardheidsverlaging of ontzouting heeft ondergaan.

<i>parameter</i>	<i>waarde</i>
1 calcium en magnesium	60 mg/l Ca <sup>++</sup> , uitgedrukt in mg/l Ca <sup>++</sup> , te berekenen als aantal mg Ca <sup>++</sup> + 1,66 × aantal mg Mg <sup>++</sup> +/l
2 waterstofcarbonaat	30 mg/l HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>

.....

Bron: Medische Milieukunde. Bohn, Scheltema & Holkema, 1989.



SANERINGSPLAN PARTICULIERE DRINKWATERWINNING  
VOORLICHTINGSPLAN

BIJLAGE 2

Algemeen

De grondwaterkwaliteit in het zeer kwetsbare gebied Zuidoost-Utrecht wordt ernstig bedreigd door een aantal verontreinigingen, veroorzaakt door met name overbemesting. In dit gebied bevinden zich 116 particuliere drinkwaterwinningen. Dit drinkwater wordt gewonnen op een diepte van 8-10 meter onder het maaiveld.

Grondwateranalyses hebben uitgewezen dat van de 87 onderzochte putten 59% de grens van 25 mg/l nitraat overschrijdt en 36% de grens van 50 mg/l. Bij het beoordelen van de kwaliteit van het grondwater is de beoogde waarde van nitraat maximaal 50 mg/l. Deze norm ligt hoger dan de EG-norm: 25 mg/l.

Een verhoogde concentratie nitraat vormt een bedreiging voor de gezondheid. Bij zuigelingen jonger dan zes maanden, die door bijvoorbeeld bijvoeding te veel nitraat binnen krijgen, kan dood door verstikking optreden. Bij volwassenen wordt de kans op maagkanker groter.

Het nitraatgehalte van het grondwater in Z.O. Utrecht blijkt volgens de laatste onderzoeken, op 10 meter diepte 50 mg/l te zijn. Op een diepte van 2 meter is het gehalte 200 mg/l. Deze concentratie spoelt met een snelheid van ca. 3 meter per jaar uit naar onderliggende lagen. Het nitraatgehalte op 10 meter diepte zal de komende jaren toenemen van 50 tot 200 mg/l.

Gemeenten (samenwerkingsverband Z.O. Utrecht), de waterleidingbedrijven en het Rijk (Inspectie voor de milieuhygiëne) trachten gezamenlijk alle particuliere drinkwaterwinningen aan te sluiten op het openbare drinkwaternet. Gemeenten en drinkwaterbedrijven zullen een groot deel van de aansluitkosten voor hun rekening nemen. De bijdrage van het Rijk bestaat uit:

- aanvullend onderzoek van  $\text{NO}_3$ -gehalte in putten
- voorlichting over bedreiging en maatregelen

Het gebied Z.O. Utrecht is wat betreft de problematiek (zandgrond, grondwatervervuiling, particuliere drinkwaterwinning) niet uniek in Nederland. In ander provincies zijn ook dergelijke gebieden te vinden (o.a. Brabant en Gelderland). Het hierna volgend voorlichtingsplan is landelijk, gericht op regio's met identieke problemen. Doelstellingen, boodschap en middelen zijn daarom "algemeen" gehouden en niet toegespitst op Utrecht.

Op korte termijn zal in Utrecht deze voorlichting uitgevoerd moeten worden. Utrecht kan worden gezien als een test voor ander identieke regio's.

VOORLICHTING

Beleidsdoelstelling

In het tweede structuurschema Drink- en Industriewatervoorziening (1985) is de hoofddoelstelling van het regeringsbeleid t.a.v. de drink- en industriewatervoorziening verbijzonderd in vijfdoelstellingen waarvan de derde luidt:

Het bevorderen van de winning en de bereiding van drinkwater uit die bronnen en met die methoden die in combinatie een, uit oogpunt van volksgezondheid, betrouwbaar eindprodukt opleveren.

Uit oogpunt van volksgezondheid dient bij de bereiding van drinkwater het streven gericht te zijn op het gebruik van de beste kwaliteit grondstof.



#### 4. Overwegingen

Naar aanleiding van de tussentijdse bespreking van de uitkomsten van het kwalitatieve onderzoek d.d. 14 augustus jl., kunnen de volgende overwegingen worden geformuleerd:

De voorlichtingsdoelstelling (kennisoverdracht inzake de problemen met betrekking tot het nitraatgehalte van het eigen putwater, de eventuele gevolgen voor de gezondheid en mogelijke oplossingen) is in onvoldoende mate gerealiseerd.

Een verklaring hiervoor is het feit dat in de communicatie in onvoldoende mate rekening is gehouden met bestaande emotionele weerstanden - zeker bij de agrariërs - en de voorlichting te weinig aansloot op de informatiebehoefte bij betrokkenen (zoals de mogelijke gevolgen voor de gezondheid van mens en vee en de kostenaspecten).

Terwijl met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid de folder "Drinken uit eigen put" door betrokkenen moet zijn ontvangen, is het opmerkelijk dat circa de helft van de betrokkenen - zelfs na tonen - volhoudt deze niet ontvangen te hebben. Ook deze uitkomst lijkt een bevestiging van de gesignaleerde emotionele weerstanden.

Omdat de primaire voorlichtingsdoelstelling niet is gehaald, kan ipso facto niet verwacht worden dat bij de doelgroep een positieve attitude ten aanzien van het onderzoek en het daarna nemen van maatregelen, bewerkstelligd kon worden.

Uit dit onderzoek blijkt voorts dat de voorlichting aan agrariërs zoveel als mogelijk ontdaan moet zijn van schuldtoekenning. Als deze groep ervaart de schuld eenzijdig op zich geladen te krijgen, heeft zij niet alleen de neiging om zich voor communicatie af te sluiten, maar zelfs de geloofwaardigheid van de boodschap bij voorbaat ernstig in twijfel te trekken. Ook de betrouwbaarheid van de overheid als afzender komt hierbij in het geding.

Uit voorgaande overwegingen kan ons inziens worden geconcludeerd dat hoe dan ook het uiteindelijke effect van voorlichting door de centrale overheid op betrokkenen gering moet worden geacht en zelfs als een boemerang kan werken.

Derhalve mag niet worden verwacht dat de gewenste doelstelling: een attitudeverandering en in het verlengde daarvan een gedragsverandering kan worden bereikt.

Het lijkt veeleer op de weg te liggen van de lokale overheid om voorlichting in deze aan hun ingezetenen te geven omdat deze dichter bij de burger staat en beter kan inspelen op de gevoeligheden ter plekke.

Wel dient het Ministerie van VROM handvaten te bieden aan de betreffende lokale overheden om hun voorlichtende taak zo adequaat mogelijk uit te voeren.

Organisatie door de lokale overheid van voorlichtingsbijeenkomsten zal waarschijnlijk ook leiden tot een hogere participatiegraad dan de 16% die nu in Zuid-Oost Utrecht werd gerealiseerd.

Zoals uit de telefonische na-enquête bleek, hebben deze voorlichtingsbijeenkomsten zeker nut.

Overwogen kan worden om afzonderlijke voorlichtingsbijeenkomsten te organiseren voor agrariërs en niet-agrariërs.

Heet hangijzer blijft ook hierbij het kostenaspect (voor de aansluiting). Wanneer er in individuele gevallen geen tegemoetkoming in (buiten proportionele) aansluitingskosten in het vooruitzicht kan worden gesteld, moet ook op lokaal niveau bij de voorlichting gerekend worden op grote weerstanden.

BUREAU FERRO B.V.