

Inleiding

De aandacht die de laatste jaren aan het nitraatgehalte in de winputten van waterleidingbedrijven wordt besteed, heeft er toe geleid dat bij de bezitters van eigen waterwinningen de belangstelling groeide voor de kwaliteit van hun water. In agrarische gebieden in Oost-Nederland wordt nog op vrij grote schaal grondwater gewonnen voor privégebruik.

Vooraf degenen die niet op de openbare drinkwatervoorziening zijn aangesloten en dus het eigen water als drinkwater gebruiken



C. A. VAN BENNEKOM
Stichting Waterlaboratorium Oost
Doetinchem



H. A. L. DIERX
Waterleidingmij. Oostelijk
Gelderland
Doetinchem



W. B. VRIEZEN
Hogere School voor
Levensmiddelen-technologie
's-Hertogenbosch

zijn geïnteresseerd te weten in welke mate het gewonnen water schadelijke stoffen bevat. Indien een particulier met een eigen watervoorziening bij het laboratorium komt voor meer informatie over de waterkwaliteit, blijkt dat na afweging van de risico's waaraan de eigen winning is blootgesteld en de kosten die aan de analyses zijn verbonden, in vrijwel alle gevallen wordt geconcludeerd, dat men alleen maar belangstelling heeft voor het gehalte aan nitraat.

Waterlaboratorium Oost (WLO) heeft in de afgelopen jaren een groot gegevensbestand opgebouwd met betrekking tot nitraatgehalten bij particuliere winningen. Kennis van andere parameters ontbreekt geheel. Een goede beoordeling van de waterkwaliteit is bij gebrek aan kwaliteitsgegevens en gegevens over de winning dan ook niet mogelijk.

Om een inzicht te krijgen in de algehele samenstelling van water bij winningen waar in het verleden hoge nitraatgehalten zijn vastgesteld is door WLO een onderzoek uitgevoerd bij 23 particuliere en 1 industriële winning. Tijdens de bemonstering is een aantal gegevens verzameld omtrent de situering van de winning, het gebruik van het water en mogelijke oorzaken van de hoge nitraatgehalten. Naast de gebruikelijke

macroparameters, die bij elke 'volledige' wateranalyse worden bepaald, zijn ook de gehalten van enkele zware metalen gemeten. De achtergrond van het meten van deze metalen is het feit dat tengevolge van uitspoeling van stikstofverbindingen bodemverzurende processen optreden waardoor metalen als aluminium, nikkel en zink uit het bodemmateriaal kunnen worden vrijgemaakt en in het water oplossen. Daarnaast kunnen metalen in het water voorkomen als gevolg van aantasting van het leidingwerk, waardoor het water naar de tapkraan wordt getransporteerd.

Omdat het water in het algemeen vrij oppervlakkig wordt gewonnen en de kans op bacteriële afwijkingen groot werd geacht is naast de chemische samenstelling ook de bacteriologische kwaliteit van het water gecontroleerd.

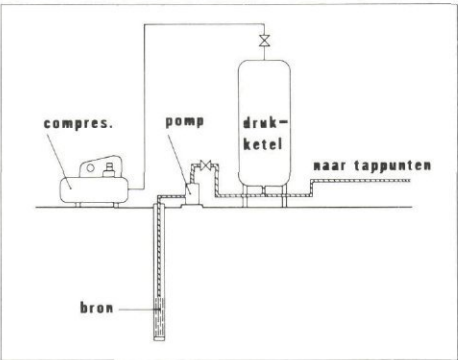
Algemene gegevens van de winningen

Particuliere waterwinningen komen voornamelijk voor bij woningen in het buitengebied, met name boerderijen. Het ontbreken van een aansluiting op de openbare drinkwatervoorziening gaat daar doorgaans gepaard met de afwezigheid van riolering.

Het huishoudelijk afvalwater wordt deels direct, deels na doorstroming van de septic-tank geleid in een zinkput, van waaruit het infiltreert in de bodem. De zinkput bevindt zich vaak dicht bij de woning. Het infiltrerende afvalwater bevat hoge gehalten aan fosfor- en stikstofverbindingen, die door planten kunnen worden opgenomen. De infiltratie in de bodem vindt echter plaats op een diepte, waar van opname door planten geen sprake meer is. Aangezien het water normaliter eveneens op korte afstand van de woning wordt gewonnen vormt het infiltrerende afvalwater een bedreiging voor de kwaliteit van het grondwater in de winput. In geval van minder degelijke mestopslag (mesthopen, lekkende gierkelders en stallen) kunnen tevens meststoffen uitspoelen naar het grondwater. Om die reden is bij de inventarisatie van algemene gegevens gevraagd naar activiteiten in de omgeving van de winning (max. afstand 100 m) die tot een eventuele toename in nitraatgehalte zouden kunnen leiden. In tabel I staan de verkregen gegevens vermeld over veestallen, zinkputten etc. die momenteel nog in gebruik zijn. Gegevens over soortgelijke bedreigingen van de grondwaterkwaliteit in het verleden zijn



Afb. 1 - Beïnvloeding van de waterkwaliteit. De winning ligt op ca. 5 meter afstand.



Afb. 2 - Installatie bij particuliere winningen.

hier en daar wel verkregen, maar waren zo vaag en onvolledig dat ze niet in de tabel zijn opgenomen. Alle particuliere winningen beschikten over een zuigpomp, die was aangesloten op een drukketal (hydrofoor, afb. 2). Alleen de enige industriële winning, die bij dit onderzoek was betrokken (tabel I, nr. 24) gebruikte een onderwaterpomp. De gegevens omtrent de diepte van de put, de filterlengte en de (gemiddelde) grondwaterstand bleken in een aantal gevallen niet bekend, vaak ook omdat de winning al bestond voordat men de woning betrok.

In een enkel geval kon zelfs niet worden aangegeven waar het puntstuk (de put) in de grond zit. Op de vraag hoeveel water er per tijdseenheid wordt onttrokken bleef iedereen het antwoord schuldig. Veelal wordt dagelijks water opgepompt, zeker als het wordt gebruikt als drinkwater voor mens of dier. Waar staat aangegeven dat dagelijks water wordt onttrokken zonder dat dit als drinkwater dient, betreft dit woningen waar het eigen water nog alleen gebruikt wordt voor de was, toiletspoeling etc. Omdat een aansluiting op het openbare drinkwaternet hoge kosten met zich meebrengt (soms meer dan f 10.000) gebruikt menige eigen winner het zelf gewonnen water nog steeds als drinkwater, ondanks de wetenschap dat het nitraatgehalte hoog is. Bij enkele gezinnen krijgen de kleine kinderen water te drinken dat door middel van een ionenwisselaar van nitraat is ontdaan. Ook het voorkomen van troebele bestanddelen in het water en van kalkafzetting in bijvoorbeeld warmwaterinstallaties is geïnventariseerd. Bij vier winningen stroomde 'wit' water uit de tapkraan. Het uitstromende water bevatte veel uiterst kleine gasbelletjes, die na verloop van tijd naar het oppervlak waren opgestegen waardoor het water weer helder werd. Hinder van de hardheid ondervindt men vrijwel uitsluitend als het water wordt toegepast voor huishoudelijk gebruik. In die gevallen waar men aangaf hinder te hebben van kalkafzetting is tevens gevraagd of de

Tabel I - Gegevens en analyseresultaten van particuliere in industriële winputten met hoge nitraatgehalten

Putnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nitraatgehalte (oud)	mg/l	215	190	360	225	210	210	230	260	246
Putdiepte	(m)	9	6,5			7,5	12		5,5	9
Filterlengte	(m)	0,6	1	1,5		2,4			0,5	
Grondwaterstand	(m)	2	1,5	6 a 7		2,5	2			
Onttrekking dagelijks		nee	ja	ja	ja	ja	ja	nee	ja	ne
Drinkwater (mens) of (dier)		nee	m/d	m/d	d	d	d	nee	nee	d
Troebeling		nee	ja	nee	nee	nee	wit	nee	nee	ne
Afzetting in warmwaterapparatuur		nvt	nee	ja	ja	ja	nvt	nvt	nvt	nvt
Afstand winning tot:										
- mesthoop	(m)			4		50				
- zinkput	(m)	20		5	6		10	30		
- veestal	(m)			10	10	10	5		90	
- bemest land	(m)	5		15		20	35	15	10	5
Fysisch-chemisch onderzoek										
Kleur	mg/l	30	5	2	2	7	22	13	2	8
Geleidingsvermogen bij 20 °C	mS/m	73	54	155	72	94	127	69	94	105
Waterstofexponent (pH)		5,32	5,59	7,25	7,98	7,18	6,93	7,61	7,86	7,27
Kaliumpermanganaatverbruik	mg/l	28	< 1	1	< 1	7	21	12	2	4
Chloride	mg/l	35	38	77	36	51	95	29	51	43
Nitriet	mg/l	0,03	0,6	< 0,02	< 0,02	0,03	2,4	0,07	< 0,02	0,25
Nitraat	mg/l	224	202	525	185	198	228	160	270	249
Sulfaat	mg/l	85	16	80	52	68	82	61	87	75
Waterstofcarbonaat	mg/l	13	9	288	143	226	343	175	118	301
Vrij kooldioxyde	mg/l	145	54	36	3	32	73	9	4	33
Carbonaat	mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fosfaat	mg/l	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03	0,04	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Ammonium	mg/l	0,44	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,05	8,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Ijzer	mg/l	0,17	0,07	0,06	0,02	< 0,01	0,03	< 0,01	0,08	0,03
Mangaan	mg/l	0,16	0,01	< 0,01	< 0,01	0,04	5,0	0,25	0,01	0,37
Zuurstof	mg/l	2,1	5,2	6,2		2,3	0,93	2,3	7,6	0,8
Calcium	mg/l	62	50	245	105	120	147	107	156	170
Magnesium	mg/l	11,1	13,2	30	14	12	18	11,7	14	23
Natrium	mg/l	41	29	47	22	27	40	14	19	23
Kalium	mg/l	41	4,0	4,7	1,4	59	95	30	1,5	9,8
Totale hardheid	mmol/l	2,01	1,80	7,38	3,21	3,5	4,43	3,16	4,48	5,21
Waterstofcarbonaathardheid	mmol/l	0,11	0,07	2,36	1,17	1,85	2,81	1,43	0,97	2,47
Ionen positief	meq/l	6,86	4,96	16,41	7,41	9,69	13,71	7,70	9,83	11,67
Ionen negatief	meq/l	6,53	4,76	17,02	7,43	9,75	13,68	7,54	9,54	11,72
Zware metalen										
Aluminium	µg/l	920	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	8	< 5
Cadmium	µg/l	1,4	< 0,2	0,2	0,3	< 0,2	0,8	0,6	< 0,2	< 0,2
Nikkel	µg/l	9	< 5	< 5	< 5	< 5	30	< 5	< 5	< 5
Zink	µg/l	210	51	265	185	65	400	750	< 5	70
Koper	µg/l	6	110	8	< 5	< 5	15	24	< 5	14
Lood	µg/l	< 5	12	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Bacteriologisch onderzoek										
Bacteriën van de coligroep bij 37 °C	1 x 100 ml	pos	neg	neg	neg	neg	neg	neg	pos	neg
Thermotolerante bacteriën van de coligroep bij 44 °C	1 x 100 ml	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Bevestiging bij 37 °C		pos	neg	neg	neg	neg	neg	neg	pos	neg
Bevestiging bij 44 °C		neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg
Koloniegetal bij 22 °C		> 1000	20	0	0	30	0	200	200	1

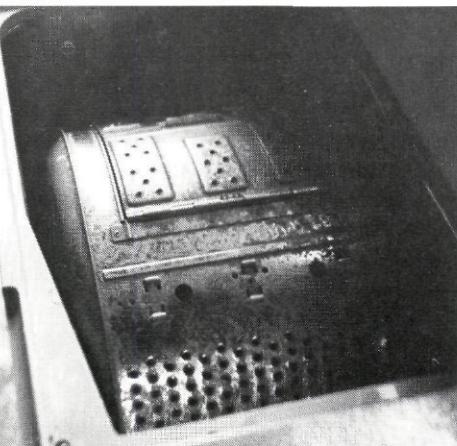
mate van afzetting in de loop der jaren merkbaar is veranderd. Dit bleek niet het geval te zijn, terwijl men soms kon putten uit herinneringen van 30 à 40 jaar geleden. Bij enkele particuliere winningen werd als voordeel van het eigen water de smaak genoemd. Ook de afwezigheid van ijzer, waarvan bekend is dat het elders bij eigen winners hinder veroorzaakt, werd als positieve eigenschap ervaren. Daarnaast noemden enkelen dat de thee veel beter smaakt dan thee, die met water van het

waterleidingbedrijf wordt gezet. De kleur blijft lichtbruin en er ontstaan geen vliesjes aan het oppervlak als de thee afkoelt. Tenslotte is gevraagd uit welke materialen het leidingnet bestaat. In de meeste huisinstallaties worden meerdere leidingmaterialen toegepast. De drukketal bestaat doorgaans uit verzinkt staal. Het leidingwerk is van verzinkt staal, koper of kunststof. Bij winning nr. 15 was de zuigleiding van de pomp van lood.

Samenstelling van het grondwater Nitraat

Zoals reeds is aangegeven zijn de bemonsterde winningen geselecteerd op grond van nitraatanalyses die sinds november 1986 zijn verricht. De gehalten blijken slechts op twee plaatsen aanzienlijk te zijn veranderd ten opzichte van de vorige bemonsteringen. Het hoogste gehalte dat bij de oude analyses werd vastgesteld was 360 mg/l (winning nr. 3). Nu bleek dit water 525 mg/l te bevatten. De andere opmerkelijke wijziging betrof een daling van 210 mg/l naar 9 mg/l (nr. 18). pH, calcium en waterstofcarbonaat; totale en waterstofcarbonaathardheid De uitspoeling van stikstofverbindingen is

Afb. 3 - Kalkafzetting op de trommel van de wasmachine.



	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	190	175	260	275	235	220	210	240	225	215	195	190	170
2	6	8	6-8	4	4,5	1,2	12	12	6	7	4,75	10	12
3	2	1,2	1	1,2	0,8	0,5-2	1,2	2,5	2,3	1,5	1,2	1	2
4	2,5	2,5	2	2-3	2	nee	nee	nee	nee	nee	nee	2	3
5	ja	nee	ja	ja	ja	nee	ja	nee	ja	ja	ja	ja	ja
6	nee	nee	m/d	m/d	m/d	nee	d	nee	m/d	m/d	nee	m/d	nee
7	nee	nee	nee	nee	nee	nee	bruin	wit	nee	nee	nee	nee	nee
8	nvt	nvt	ja	nee	nee	nee	nvt	nvt	ja	wit	nvt	ja	nvt
9		11			10		3						
10	30	25	15	20	10	5	10	10		20		6	
11	0	1	10	10			0,5						
12	50	10	10	10				10	25	15		25	4
13													
14	11	7	7	13	8	8	7	2	10	6	6	8	7
15	78	83	88	63	81	75	80	78	134	76	102	104	69
16	6,08	7,79	7,6	6,01	7,76	7,46	7,36	7,96	7,15	7,73	7,52	7,39	4,5
17	9	9	2	12	4	9	6	<1	9	2	5	10	7
18	52	27	42	26	31	15	55	43	72	30	64	51	51
19	<0,02	<0,02	0,03	0,38	0,13	0,31	<0,02	<0,02	0,13	<0,02	0,54	0,65	<0,02
20	239	187	218	215	234	182	9	223	190	183	165	168	153
21	90	78	65	62	57	71	160	61	126	38	84	90	123
22	25	185	191	37	161	190	263	99	453	196	275	324	2
23	40	7	9	43	7	13	24	2	63	6	15	25	
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	3,3	0,04	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,15	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
26	<0,05	1,9	<0,05	0,23	<0,05	<0,05	0,14	0,12	2,3	<0,05	2,2	<0,05	<0,05
27	0,1	0,18	0,01	0,31	<0,01	0,02	2,4	0,08	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,55
28	0,06	0,01	0,1	0,23	0,03	0,15	0,40	0,01	0,21	<0,01	<0,01	0,54	0,63
29	2,9	4,4	0,8	0,4	1,9	0,6	0,2	0,7	0,1	5,6	0,6	1,7	1,0
30	91	114	140	74	129	114	135	108	200	115	125	161	68
31	13,5	10,2	15	14	13,2	13,5	9,4	11,8	20	12	11	18	16
32	27	19	24	19	16	12	34	21	49	14	57	29	28
33	38	39	7,5	17	11	29	10	4,8	44	24	43	24	25
34	2,84	3,28	4,13	2,43	3,78	3,41	3,77	3,19	5,83	3,38	3,58	4,78	2,37
35	0,21	1,52	1,56	0,30	1,32	1,56	2,16	0,81	3,71	1,61	2,25	2,65	<0,1
36	7,82	8,38	9,49	6,14	8,53	8,09	9,27	7,42	15,05	7,97	10,87	11,43	6,59
37	7,71	8,39	9,18	6,10	8,47	7,95	9,34	7,64	15,14	7,80	10,72	11,33	6,50
38													
39	<6	<5	<5	51	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	1800
40	0,4	0,4	<0,2	1,7	<0,2	0,7	<0,2	0,4	<0,2	0,3	<0,2	<0,2	2,8
41	34	<5	<5	20	<5	<5	7	<5	6	<5	<5	<5	74
42	430	170	86	3600	220	380	310	900	11	260	110	44	250
43	15	<5	<5	9	16	7	13	11	83	<5	<5	47	18
44	<5	5	<5	310	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
45													
46	neg	pos	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	
47	neg	pos	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	
48		pos											
49	60	>1000	4	100	5	80	160	60	3	3	13	13	

een bodemverzurend proces. De reacties die daarbij een rol spelen zijn reeds eerder uitgebreid beschreven in lit [4]. Het onderzoek wijst uit, dat het calciumgehalte en dus de totale hardheid ten gevolge van dit proces soms zeer extreme waarden aanneemt. Hardheden van 4 à 5 mmol/l, dus 25 à 30 °D zijn geen uitzondering. In put nr. 3 werd zelfs een hardheid van 7,38 mmol/l (41,3 °D) vastgesteld. In een vijftal putten is de pH gedaald tot beneden 6,5 ondanks dat de totale hardheid niet echt gering kan worden genoemd. De waterstofcarbonaathardheid bedraagt echter slechts 0,30 mmol/l of minder. In put nr. 24 wordt een pH gemeten van 4,5. Bij een totale hardheid van 2,34 mmol/l is de waterstofcarbonaathardheid vrijwel nihil.

Nitriet en ammonium
Bij 14 van de 24 winningen bevat het water geen ammonium. De ammoniumgehalten in de overige winningen variëren van laag (0,1 à 0,2 mg/l) tot hoog (8,5 mg/l in nr. 6). De nitrificatie is nog niet compleet. Dit blijkt ook uit de nitrietgehalten die eveneens tot hoge waarden kunnen oplopen (2,4 mg/l in nr. 6).

Kleur en kaliumpermanganaatverbruik
In het water van de winningen nr. 1 en 6 zijn

de kleur en het kaliumpermanganaatverbruik hoog. Het water bevat verhoudingsgewijs hoge gehalten aan oxydeerbare organische verbindingen. Bij de overige winningen zijn de waarden van deze parameters aanzienlijk lager.

Kalium
Bij meer dan de helft van de winningen wordt in het water een kaliumgehalte gevonden dat hoger is dan 12 mg/l, de drinkwaternorm. De gehalten lopen op tot 95 mg/l in winning nr. 6.

Fosfaat
Het fosfaatgehalte overschrijdt nauwelijks de aantoonbaarheidsgrens van 0,03 mg/l. Een uitzondering vormt winning nr. 12, waar 3,3 mg/l wordt gevonden. Dit gehalte voldoet echter nog steeds aan de drinkwaternorm.

Sulfaat
De sulfaatgehalten zijn over het algemeen vrij hoog (>50 mg/l). Zeer hoge gehalten worden gevonden bij de winningen nr. 20 en 24, waar het gehalte boven 100 mg/l ligt en nr. 18 waar zelfs de drinkwaternorm van 150 mg/l wordt overschreden.

IJzer, mangaan
De ijzergehalten zijn op een enkele uit-

zondering na laag (<0,2 mg/l), hetgeen normaal is bij nitraatrijk water. Veruit het hoogste gehalte wordt gevonden in winning nr. 18 (2,4 mg/l). De mangaangehalten liggen doorgaans iets hoger dan de ijzergehalten (tot 1 mg/l). Een uitzondering vormt in dit geval winning nr. 6, waar 5 mg/l mangaan werd vastgesteld.

Natrium en chloride
Deze parameters komen voor in gehalten van 15 tot 95 mg/l (chloride) en 12 tot 57 mg/l (natrium). De hoogste gehalten zijn waarschijnlijk niet van natuurlijke aard. Desalniettemin blijven deze gehalten nog ruim onder de drinkwaternorm.

Stikstof
Om denitrificatie in de bodem vast te stellen is bij de winningen waar 'wit' water werd geconstateerd ook het stikstofgehalte van het water bepaald. Deze analyse is ook uitgevoerd met het water dat het hoogste nitraatgehalte en de hoogste hardheid bevatte. De resultaten zijn gegeven in tabel II.

TABEL II – Stikstofgehalten in enkele putten.	
Winning nr.	N ₂ (mg/l)
3	20
6	24
18	35
19	29
20	30

Zware metalen
De hoogste gehalten aan aluminium, cadmium en nikkel worden aangetroffen in het water van de putten nr. 1, 15 en vooral 24. De pH in deze winningen is laag. Hoge gehalten aan zink komen op meerdere plaatsen voor met als uitschieter winning 15. Dit water bevat ook het meeste lood als gevolg van aantasting van de daar aanwezige loden zuigleiding.

Bacteriologisch onderzoek
De bacteriologische controle bestond uit een onderzoek naar de aanwezigheid van coli-bacteriën en de bepaling van het koloniegetal

Kalkafzetting 'niet hinderlijk'

Het antwoord op de vraag over de hinder, die men ondervindt van kalkafzetting, was nogal subjectief. Dit bleek o.a. na analyse van monster nr. 3. Volgens informatie had men slechts geringe hinder van kalkafzetting, maar bij een herhaalde vraag na constatering van een hardheid van 7,38 mmol/l (41,3°D) en een waterstofcarbonaathardheid van 2,36 mmol/l (13,2°D) bleek, dat de warmwaterleiding vanaf de geiser elke 3 jaar volledig verstopt was en schoongemaakt moest worden. In de wasmachine was zelfs de trommel met een laagje kalk bedekt (afb. 3). De wasmachine wordt regelmatig ontkalkt met middelen waarmee ook melktanks worden gereinigd. Omdat men dit al sinds jaar en dag gewerd is, wordt het als normaal en niet hinderlijk beschouwd.

bij 22 °C. Op drie plaatsen leverde het coli-onderzoek een positief resultaat op, d.w.z. dat coli-bacteriën werden aangetoond. Bij winning nr. 13 werd de aanwezigheid van coli-bacteriën zelfs bij 44 °C bevestigd.

Discussie

Uit de inventarisatie van gegevens van de winningen blijkt, dat bemesting niet de enige bedreiging vormt voor de kwaliteit van het grondwater. In veel gevallen liggen zinkputten, veestallen en mesthopen op aanzienlijk kortere afstand. Bij een zestal winningen is er binnen een straal van honderd meter zelfs geen bemest land aanwezig. Dit gegeven levert een eerste indicatie dat de hoge nitraatgehalten veelal niet of niet uitsluitend veroorzaakt worden door overbemesting.

Een tweede aanwijzing wordt verkregen uit de informatie over de hardheid. Deze is vaak hoog, terwijl men niet de indruk heeft dat er recent een aanzienlijke stijging is opgetreden. De hardheid en dus het nitraatgehalte waren blijkbaar al hoog in de tijd dat er van overbemesting nog geen sprake was. Bronnen van kwaliteitsbeïnvloeding zoals zinkputten en mestopslagen zijn er echter al sinds mensenheugenis en lijken daardoor de belangrijkste oorzaken van het nitraatgehalte en de hardheid.

Rond de particuliere winningen ontmoet of bevat het infiltrerende water blijkbaar aanzienlijke hoeveelheden neutraliserende stoffen. Daardoor ligt de zuurgraad vaak boven pH 7 en is de opname van zware metalen uit de bodem gering. De positieve opmerkingen over de thee waren afkomstig van particuliere winners, waar de zuurgraad lager was dan pH 7. Bij een aanzienlijke totale hardheid bevat het water slechts weinig waterstofcarbonaat, zodat de kalkafzetting gering is.

De laagste pH en de hoogste opname van aluminium, nikkel en cadmium werd gevonden in winning nr. 24, de enige industriële winning.

De winning is gelegen in agrarisch gebied en de bemesting is hier zonder twijfel de belangrijkste oorzaak van het hoge nitraatgehalte. Door gebrek aan neutraliserende bestanddelen op of in de bodem is het water sterk verzuurd, terwijl toch de totale hardheid niet als laag kan worden gekwalificeerd. De overige metalen die in het water werden aangetroffen kunnen of uit de bodem of van aantasting van leidingmaterialen afkomstig zijn. Een hoge hardheid en een lage pH bevorderen beide het metaalaantastend vermogen [lit. 9]. Met uitzondering van winning nr. 15 (310 µg/l lood) werden geen hoge lood- en kopergehalten vastgesteld. Dit houdt echter niet in dat het metaalaantastend vermogen beperkt is. De monsters

Zoeken naar 'ander' water

Een bijzonder geval vormt nr. 18. Het nitraatgehalte is hier gedaald van 210 mg/l in november jl. tot 9 mg/l nu.

Bij navraag werd duidelijk dat de eigenaar het puntstuk waaruit het water wordt gewonnen 6 meter dieper in de bodem heeft geslagen met als doel 'ander' water aan te trekken. Het water dat nu wordt opgepompt bevat als gevolg van denitrificatie geen nitraat meer. De gehalten aan sulfaat en vrije stikstof zijn echter erg hoog en vormen aldus een indicatie voor de uitspoeling van stikstofverbindingen. De bodem heeft op iets grotere diepte kennelijk nog voldoende denitrificerende capaciteit door de aanwezigheid van zwavelverbindingen.

zijn genomen na langdurige doorstroming. Bij langere contacttijd is de opname van koper en lood naar verwachting groter. De aanwezigheid van nitriet en ammonium geeft aan dat het water nog in een vroeg stadium van mineralisatie verkeert. Ook een hoge kleur en een aanzienlijk kaliumpermanganaatverbruik wijzen in deze richting (voorbeeld: winning nr. 6). Hetzelfde geldt voor een hoog kaliumgehalte. Kalium wordt in de bodem in sterke mate gefixeerd. Hoge kaliumgehalten kunnen in het grondwater voorkomen als de bodem verzadigd is met kalium. De kans hierop is des te groter naarmate de afstand verontreiniging-winning korter is. Organische meststoffen bevatten naast stikstof ook fosfor, dat bij mineralisatie vrijkomt als fosfaat. Ondanks de zeer hoge nitraatgehalten wordt in het grondwater nog geen fosfaat gevonden, omdat deze stof sterk door bodemmateriaal wordt geadsorbeerd. Deze constatering doet de overtuiging groeien dat de angst voor uitspoeling van fosfaat naar de diepe winputten van waterleidingbedrijven onterecht is, omdat lang voordat het grondwater een verhoogd fosfaatgehalte bevat de put reeds verlaten is vanwege extreme nitraatgehalten. Een hoog sulfaatgehalte kan ontstaan door uitspoeling (zure regen, afvalstoffen) en door denitrificatie [lit. 3, 4]. Bij denitrificatie wordt tevens vrije stikstof gevormd. Door het toenemen van het stikstofgehalte lost er meer op dan onder atmosferische omstandigheden opgelost kan blijven. Als het water uit de tapkraan stroomt, ontgast het in de vorm van zeer fijne belletjes (wit water). Op basis van sulfaatgehalte en het voorkomen van wit water zijn een viertal winningen geselecteerd, waarvan het water is onderzocht op het gehalte aan vrije stikstof. Tevens is de winning met het hoogste nitraatgehalte bemonsterd. Uit tabel II blijkt dat hier (winning nr. 3) het stikstofgehalte nog gelijk is aan dat van regenwater (19 mg/l). Bij de overige winningen heeft denitrificatie plaatsgevonden, vooral bij 18, 19 en 20.

Indien door bodemprocessen ferro-ionen in oplossing gaan terwijl in het water nog zuurstof of nitraat aanwezig is, volgt een oxydatie tot ferri-ionen, die als hydroxyde neerslaan. Zuurstof- en/of nitraathoudend water bevat daardoor geen of nagenoeg geen ijzer. Pas als beide componenten door reacties in de bodem zijn verdwenen stijgt het ijzergehalte. Het is daarom niet verwonderlijk dat in put 18 het ijzergehalte het hoogst is en soms hinder wordt ondervonden van bruin water. Mangaan gaat reeds bij een hogere redox-potentiaal in oplossing dan ijzer, zodat nitraathoudend, maar zuurstofarm water vaak al wel enig mangaan bevat. Bij veel monsters is daardoor het mangaangehalte hoger dan het ijzergehalte.

Een nadere beschouwing van de resultaten van het bacteriologisch onderzoek maakt duidelijk dat de omstandigheden waaronder de bemonstering plaats vond mede van invloed kunnen zijn geweest op het resultaat van het onderzoek. Juist in de drie gevallen waarbij coli-bacteriën werden aangetoond, is het monster niet genomen uit een tapkraan, maar uit een slang. Een adequate desinfectie van de uitstroomopening heeft daardoor niet kunnen plaatsvinden, zodat er geen zekerheid bestaat dat ook het grondwater coli bevatte.

Bij een van de drie afwijkende winningen (nr. 13) kan in de put ook een directe beïnvloeding van bovenaf een mogelijke oorzaak zijn. De put was slechts afgeschermd met een half dicht deksel. Het voorkomen van ammonium naast zuurstof wijst eveneens op een dergelijke beïnvloeding. In alle gevallen waarbij wel uit een goed gedesinfecteerde (geflambeerde) tapkraan kon worden bemonsterd, was de bacteriële kwaliteit goed.

Samenvatting en conclusies

Overbemesting van bouw- en weiland is slechts een van de oorzaken die kunnen leiden tot hoge nitraatgehalten bij particuliere grondwaterwinningen. Veestallen, zinkputten en mestopslag bevinden zich dikwijls op kortere afstand van de winput dan bemeste landbouwgrond en komen derhalve veeleer in aanmerking als oorzaak van hoge nitraatgehalten en andere kwaliteitsafwijkingen bij particuliere winningen.

Veestallen, zinkputten en mesthopen 'behoren' bij het boerenbedrijf en zijn er altijd geweest. Het ligt daarom voor de hand dat ook in het verleden de nitraatgehalten bij deze eigen winningen hoog moeten zijn geweest.

De verzuring van de grond, die gepaard gaat met de oxydatie van ammonium tot nitraat wordt tegengegaan door reactie met neutraliserende stoffen. De indruk ontstaat dat deze stoffen bij winningen rond het

woonerf van de boerderij vaak in ruime mate aanwezig zijn of door de bewoner (onbewust) in de bodem worden gebracht.

Het gevolg is dat de pH hoog blijft en de hardheid stijgt tot extreme waarden.

De opname van hoge gehalten aan zware metalen uit de bodem is in dat geval gering. Naarmate de pH lager is, is het grondwater meer verzuurd en nemen de gehalten aan aluminium, nikkel en cadmium toe. Bij de enige industriële winning in agrarisch gebied was het grondwater het meest verzuurd.

De gehalten aan aluminium, nikkel, cadmium en zink zijn bij deze winning aanzienlijk.

Koper, lood en zink kunnen in het water voorkomen als gevolg van aantasting van leidingmaterialen. Een hoge hardheid en een lage pH vergroten het metaaloplossend vermogen van het water. Vanwege de toxiciteit van lood is verwijdering van dit leidingmateriaal gewenst.

Van fosfaatdoorslag is ondanks de hoge nitraatgehalten nog nergens sprake. Dit gegeven geeft steun aan de mening dat een fosfaatnorm voor bemesting onvoldoende bescherming biedt voor de kwaliteit van het grondwater.

Bacteriële problemen doen zich niet voor bij winningen die op de juiste wijze kunnen worden bemonsterd. Een deugdelijke drinkwaterinstallatie aangesloten op een goed afgewerkte put blijkt een goede garantie voor bacterieel betrouwbaar water. De verblijftijd in de bodem is kennelijk voldoende om coli-bacteriën te elimineren.

Literatuur

1. Trines, H. (1952). *Cyanose (methaemoglobinaemie) bij zuigelingen, als gevolg van het gebruik van nitraathoudend putwater bij de voeding*. Verslagen en mededelingen betreffende de volksgezondheid.
2. KIWA mededeling 84 (1984). *Nitraat en drinkwater-voorziening*. Uitgave KIWA.
3. Kölle, W., Werner, P., Strebel, O. en Böttcher, J. (1983). *Denitrifikation in einem reduzierenden Grundwasserleiter*. Vom Wasser, 61 Band, p. 125-147.
4. Bennekom, C. A. van (1987). *Kwaliteitsveranderingen van grondwater als gevolg van uitspoeling van meststoffen*. H₂O (20), nr. 9, p. 194-199.
5. Hoekstra, J. Th. en Hoogveld, S. C. M. (1987). *Nitrate pollution of groundwater from private wells in the province of Gelderland, the Netherlands*. Bijdrage aan T.N.O. – R.I.V.M. uitgave: Vulnerability of soil and groundwater to pollutants, p. 585-590.
6. Wit, N. H.S. M. de en Bleuten, W. (1987). *Nitrate, phosphate and potassium contaminaton of the groundwater toplayer related to soil type, land use and spatial position*. Bijdrage aan T.N.O. – R.I.V.M. uitgave: Vulnerability of soil and groundwater to pollutants, p. 709-716.
7. Potter, H. de (1986). *Nitraat in Nederland*. Stichting Natuur en Milieu, Utrecht.
8. Diverse niet gepubliceerde samenvattende rapporten betreffende metingen van nitraatgehalten bij particuliere winningen in Oost-Nederlandse gemeenten, o.a. afkomstig van L.U. Wageningen, V.U. Amsterdam Chemiewinkel en de Regionale Inspectie in Overijssel.
9. Hoven, Th. J. J. van de (1986). *Interacties tussen leidingmaterialen en drinkwater*. H₂O (19), nr. 14, p. 318-322.

Waternutrient consumption in 1987 to september although relatively poor summer still something higher than in 1986

Het waternutrientgebruik over de eerste 8 maanden van 1987 ligt 0,8% boven het waternutrientgebruik over dezelfde periode van 1986.

Dit blijkt uit de voorlopige productiecijfers over de eerste 8 maanden van 1987, zoals ze door het CBS bij de waterleidingbedrijven zijn opgevraagd.

Onderstaande tabel brengt de cijfers, vergeleken met die van 1986 en 1985, in beeld (in miljoenen m³):

	1985 totaal	1986 totaal	Stijging t.o.v. 1985 %		1987 totaal	Stijging t.o.v. 1986 %	
januari	93,4	92,0	- 1,4	- 1,5	98,3	+ 6,3	+ 6,8
februari	85,6	84,5	- 1,1	- 1,3	89,1	+ 4,6	+ 5,4
maart	94,1	96,5	+ 2,4	+ 2,6	98,8	+ 2,3	+ 2,4
april	93,4	95,8	+ 2,4	+ 2,6	101,6	+ 5,8	+ 6,1
mei	99,6	102,3	+ 2,7	+ 2,7	104,3	+ 2,0	+ 2,0
juni	95,5	107,2	+ 11,7	+ 12,3	100,6	- 6,6	- 6,2
juli	94,8	105,6	+ 10,8	+ 11,4	104,4	- 1,2	- 1,1
augustus	95,6	106,3	+ 10,7	+ 11,2	99,5	- 6,8	- 6,4
september	94,0	96,2	+ 2,2	+ 2,3	•	•	•
oktober	95,0	99,0	+ 4,0	+ 4,2	•	•	•
november	90,2	94,5	+ 4,3	+ 4,8			
december	91,4	95,5	+ 4,1	+ 4,5			
totaal	1.122,8	1.175,4	+ 52,6	+ 4,7	796,6	+ 6,4	+ 0,8
tussenstand t/m aug. '87							

N.B.: de CBS-cijfers liggen op jaarbasis ca. 5 miljoen m³ boven de VEWIN-cijfers, omdat in de CBS-telling ook een aantal kleinere niet-waterleidingbedrijven is opgenomen.

Purification of Veluwe 'adopted' waterput in India

Het zuiveringsschap Veluwe heeft tot nu toe f 5.000,- ontvangen van derden voor een waterput in India. Het schap heeft destijds besloten om ter gelegenheid van het ingebruikstellen van diverse projecten financiële steun te verlenen aan een waterproject van de NOVIB in India.

De keus is toen gevallen op de 'adoptie' van een waterput in de deelstaat Maharashtra, ten zuiden van Bombay. Aan genodigden werd gevraagd in plaats van bloemen en geschenken een bijdrage te storten ten behoeve van dit project.

Ter gelegenheid van de officiële opening van de uitbreiding van het hoofdkantoor op 26 september 1986 kwam f 3.000,- binnen. De officiële ingebruikname van de uitbreiding van de rioolwaterzuiveringsinstallatie in Apeldoorn op 24 september j.l. leverde f 2.000,- op.

Het zuiveringsschap zal de ontvangen bijdragen van derden aanvullen tot een bedrag van f 40.000,-. Dit zijn de kosten van een waterput. Inmiddels heeft het schap een

bedrag van f 25.000,- overgemaakt aan de NOVIB.

Ter gelegenheid van de officiële opening van de rioolwaterzuiveringsinstallatie in Nijkerk begin volgend jaar zal het schap de genodigden weer om een bijdrage vragen.