

Beïnvloeding grondwaterwinning en -zuivering door uitspoeling van stikstofverbindingen*

Inleiding

De uitspoeling van stikstofverbindingen naar het grondwater heeft een verandering in gehalte van meerdere bestanddelen tot gevolg, vaak zelfs zonder dat het nitraatgehalte stijgt. De gevolgen van de belasting van het grondwater met nitraat voor de drinkwatervoorziening zijn algemeen bekend. Naar de mogelijkheden van verwijdering bij de zuivering wordt uitgebreid onderzoek verricht.



C. A. VAN BENNEKOM
Waterlaboratorium Oost
Doetinchem

De daling van de pH en de toename van het aluminiumgehalte, de hardheid, het ijzergehalte, het sulfaatgehalte en het gehalte aan vrije stikstof staan veel minder in de belangstelling dan de stijging van het nitraatgehalte, maar hebben bij veel pompstations grote consequenties voor de winning en de zuivering. In het navolgende zal aan deze effecten van uitspoeling van stikstofverbindingen nadere aandacht worden besteed.

Beknopt overzicht stikstofomzettingsprocessen en volgreacties

Mineralisatie en nitrificatie

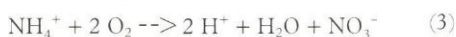
Stikstofverbindingen uit organische mest komen voor de plant als groeistof beschikbaar na de mineralisatie (1).



De vluchtige verbinding ammoniak (NH_3) lost (gedeeltelijk) op in water (2).



Bij het oplossen worden hydroxyl (OH^-)-ionen gevormd, waardoor de pH van het water stijgt. Als de plantenwortel het ammonium-ion opneemt geeft hij daarbij een waterstof-ion af, zodat het hydroxyl-ion wordt geneutraliseerd. Als het ammonium-ion niet door een plant wordt opgenomen is nitrificatie (3) het volgende omzettingsproces in de reeks van processen, die stikstofverbindingen kunnen ondergaan tijdens de tocht van mestopslag naar waterinput.



In aanwezigheid van zuurstof zijn enkele bacteriesoorten in staat ammonium te oxyderen tot nitraat. Daarbij ontstaan

Samenvatting

De uitspoeling van stikstofverbindingen naar het diepe grondwater gaat gepaard met een reeks van omzettingsprocessen, die de grondwatersamenstelling en daarmee de grondwaterzuivering beïnvloeden.

Nitrificatie, al dan niet gevolgd door neutralisatieprocessen kan leiden tot daling van de pH en stijging van de agressiviteit, het aluminiumgehalte, de gehalten aan calcium en magnesium, en uiteraard het nitraatgehalte. Bij een beperkt aantal winningen zijn waterleidingbedrijven genoodzaakt om nitraat te verwijderen, terwijl op veel locaties de behoefte om het water te ontharden toeneemt.

In kalkarme gebieden stijgt het aluminiumgehalte in het grondwater. Aluminium kan als hydroxyde neerslaan in het putfilter en in ruwwaterleidingen, en maakt in dat geval een frequente regeneratie van de put en schoonmaak van leidingen noodzakelijk. Het aluminium zal bij de zuivering moeten worden verwijderd.

In geval het gevormde nitraat in de bodem wordt gedenitrificeerd komt daarbij een hoeveelheid stikstofgas vrij, die voor een deel in het water opgelost blijft.

Hiervan kan bij daling van de druk een deel in de vorm van gasbelletjes vrijkomen. Dit kan van invloed zijn op de winning en de zuivering van dit water (toename filterweerstand, kortere looptijd). Als de denitrificatie met pyriet plaatsvindt, zoals vaak het geval is, wordt opnieuw zuur gevormd. Ook hierdoor stijgt na neutralisatie de hardheid, zodat de uiteindelijke hardheidstoename voor

75% veroorzaakt is door nitrificatie en voor 25% door denitrificatie met pyriet. De hardheidsstijging is bij deze pompstations meestal een groter probleem dan bij pompstations waar uitsluitend nitrificatie in de bodem plaatsvindt omdat de hardheid van oorsprong al aanzienlijk hoger was.

Naast de hardheid stijgt bij pompstations waar de denitrificatie met pyriet plaatsvindt ook het ijzergehalte. Bij meer dan 60 putten in 11 wingebieden steeg het ijzergehalte in 6 jaar tijd gemiddeld met meer dan 30%, waardoor de filters voor ontijzering zwaarder worden belast.

tevens twee waterstof (H^+) ionen, wat inhoudt dat het water zuurder wordt. Eén van beide waterstofionen wordt geneutraliseerd door het hydroxylion, dat bij het oplossen van ammoniak is gevormd (zie reactievergelijking (2)). Het eindresultaat van alle hiervoor beschreven processen is dan ook de opname in water van H^+ en NO_3^- ionen, ofwel salpeterzuur.



Hieruit blijkt de verzuring door vervluchtigde ammoniak, die via depositie elders, bijvoorbeeld in natuurgebieden terechtkomt. Bij opname van nitraat door de plantenwortel verzuurt het grondwater niet. Evenals bij opname van ammonium vindt neutralisatie plaats, nu van het waterstofion door de afgifte door de plant van hydroxyl- of waterstofcarbonaationen. Als niet organische mest, maar kunstmest wordt toegepast, treden voor een deel dezelfde processen op. Kunstmest bestaat voor wat de stikstofcomponenten betreft uit ammonium en nitraat. De omzettingsprocessen voor deze meststof beginnen voor ammonium bij nitrificatie (3) en voor nitraat bij denitrificatie (4 en 5).

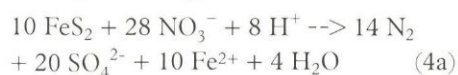
Denitrificatie in de bodem

De oxydatie van ammonium tot nitraat is op veel locaties niet het laatste omzettingsproces voor de stikstofverbindingen. In wingebieden, waar het water anaëroob

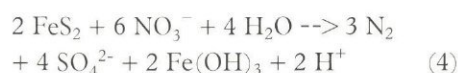
wordt, treedt denitrificatie op. Het opgepompte water bevat dan geen nitraat.

Uit onderzoek naar de kwaliteitsontwikkeling bij freatische winningen is gebleken dat deze denitrificatie voor een belangrijk deel moet worden toegeschreven aan reacties met zwavelverbindingen uit de bodem [Kölle e.a., 1983].

Denitrificatie met pyriet



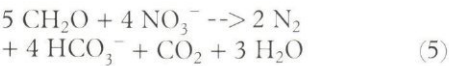
Totaal



Bij dit bacteriële omzettingsproces verdwijnt het nitraat, terwijl vrije stikstof wordt gevormd en het sulfaatgehalte toeneemt. Het ferro-ion wordt geoxydeerd tot ferri-ion, slaat neer in de vorm van ferrihydroxyde en blijft in de bodem achter. Door het vrijkomen van waterstofionen neemt de verzuring van het grondwater verder toe. Behalve met anorganische zwavelverbindingen kan ook denitrificatie plaatsvinden met organisch materiaal.

* Bijdrage KIWA-colloquium Nitraatverwijdering d.d. 24 oktober 1990.

Denitrificatie met organisch materiaal



Bij denitrificatie met organisch materiaal wordt in tegenstelling tot denitrificatie met pyriet geen zuur gevormd. Voor wat de opgeloste ionen betreft wordt het nitraat vervangen door waterstofcarbonaat.

Neutralisatie van zuur

Een te lage pH is ongunstig voor de plantengroei. Het uitspoelende salpeter- of zwavelzuur moet in dat geval worden geneutraliseerd. Dit kan plaatsvinden door kationuitwisseling in de bodem. Zonder aanvulling met andere kationen raakt het uitwisselingscomplex echter verzadigd met waterstofionen en zal er van neutralisatie geen sprake meer zijn.

Als er voldoende kalk (of ander ontzuringsmateriaal, zoals magnesiumcarbonaat) aanwezig is of wordt opgebracht, kan de ontzuring daar mee plaatsvinden:

Reactie H^+ met calciumcarbonaat



Is er een tekort aan kalk dan zal er op cultuurgronden een bemesting met kalk plaatsvinden (bekalking), omdat voor een goede opbrengst van de grond de pH-waarde niet te ver mag dalen. Stikstofhoudende kunstmest bevat doorgaans ook kalk om verzuring te voorkomen. Een tekort aan kalk heeft voor de grondwatersamenstelling tot gevolg dat het waterstofcarbonaat, de buffercapaciteit wordt aangesproken.

Reactie H^+ met waterstofcarbonaat

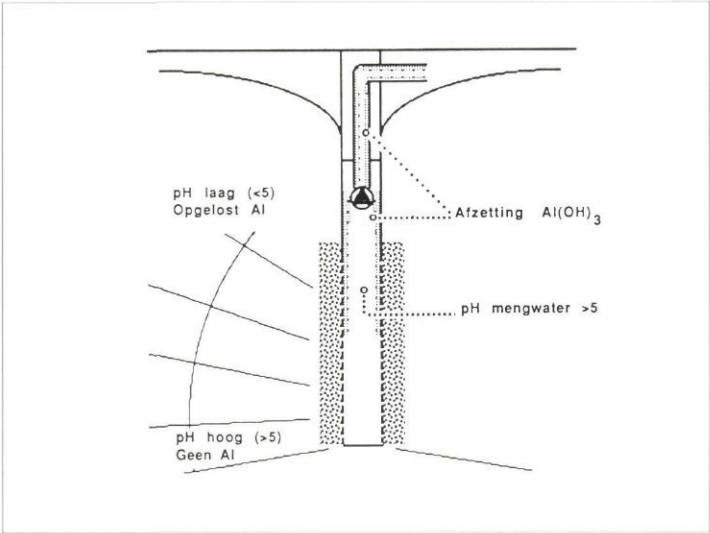


Hierdoor wordt de verzuring tegengegaan, maar bij voortdurende aanvoer van zuur zonder bekalking daalt de pH uiteindelijk

TABEL I – Verzuurd grondwater in natuur- en agrarisch gebied.

		Natuur- gebied	Agrarisch gebied
pH		4,2	4,6
Geleiding	mS/m	15	56
Waterstof- carbonaat	mg/l	0	2
Nitraat	mg/l	8	155
Sulfaat	mg/l	6	57
$\Sigma\text{ N+S}$	meq/l	0,25	3,69
Calcium	mg/l	4	44
Magnesium	mg/l	1,5	13
Totale hardheid	mmol/l	0,16	1,63
Ammonium	mg/l	0,34	0,11
Ijzer	mg/l	0,16	0,07
Mangaan	mg/l	0,06	0,49
Zuurstof	mg/l	3,9	2,7
Aluminium	$\mu\text{g/l}$	4100	2300

Afb. 1 - Neerslag $\text{Al}(\text{OH})_3$ in de put en in de ruwwaterleiding.



steeds verder. Wordt daarbij de waarde $\text{pH} = 5$ gepasseerd, dan kan het zuur ook geneutraliseerd worden door reactie met andere bodemmateriële, waarbij zware metalen als aluminium en nikkel in oplossing gaan. Aluminium is een algemeen voorkomend element in bodemmateriële, en afhankelijk van de samenstelling van het bodembestanddeel kunnen meerdere reacties een rol spelen [Appelo, 1982]. De meest eenvoudige reactie luidt:



De mate waarin uitspoeling van stikstofverbindingen kan leiden tot opname van aluminium hangt sterk af van het kalkgehalte van de bodem.

Invloed op winning en zuivering

Verzuring en opname van aluminium

Het meest kwetsbaar voor verzuring en oplossen van aluminium zijn de kalkarme hoge zandgronden in natuurgebied, waar geen bekalking plaatsvindt. Een hoeveelheid verzurende stoffen, die in vergelijking tot bemeste gronden in agrarisch gebied gering is, kan hier al leiden tot oplossen van aluminium. De 'bemesting' is afkomstig van atmosferische depositie, waar vervluchtigde ammoniak deel van uit kan maken.

In agrarisch gebied wordt de verzuring door bekalking tegengegaan. Niettemin kan bij onvoldoende bekalking de pH ook hier zo ver dalen, dat aluminium in oplossing gaat. Ter illustratie zijn in tabel I de watersamenstellingen van een particuliere winning in een bos- en heidegebied op de Veluwe en een particuliere winning in agrarisch gebied in de Achterhoek gegeven, waar de verzuring een dusdanige vorm heeft aangenomen, dat aluminium in het grondwater voorkomt.

Het water van de winning in natuurgebied is duidelijk verzuurd, ondanks lage nitraat- en sulfaatgehalten (lage $\Sigma\text{ N+S}$, [Van Bennekom en Kruithof, 1988]). De opname van een hoeveelheid verzurende stoffen, die in verhouding tot de winning in de Achterhoek gering is, heeft geleid tot een sterke daling van de pH en een hoog aluminiumgehalte. Het calciumgehalte en dus de hardheid is minimaal. Bij de winning in agrarisch gebied is een veel grotere opname van verzurende stoffen aanvankelijk geneutraliseerd door reactie met kalk (reactievergelijking 6, de hardheid is niet onaanzienlijk), vervolgens is de waterstofcarbonaatbuffer afgebroken (reactievergelijking 7) en tenslotte is aluminium in oplossing gegaan (reactievergelijking 8). In tegenstelling tot de winning op de Veluwe, waar het nitraatgehalte laag is en ook stikstof- en zwavelverbindingen van andere herkomst een belangrijke bijdrage hebben geleverd, is de verzuring hier voor het belangrijkste deel veroorzaakt door overbemesting.

Aluminium in het grondwater levert problemen, zowel bij de winning als bij de zuivering. Het probleem bij de winning kan zijn, dat uit de put of uit een streng van putten niet alleen water met een pH van 5,0 of minder wordt opgepompt, maar een mengwater met een pH na menging boven 5,0. Het gevolg is dan dat het aluminium, dat met een deelstroom met lage pH in opgeloste vorm werd meegevoerd, nu in het putfilter of in de ruwwaterleiding in een omgeving met hogere pH-waarde terecht komt. Het aluminium vlokt daar uit in de vorm van aluminiumhydroxyde. Putten, pompen en leidingen raken hierdoor vervuild met aluminiumafzettingen (zie afb. 1). Door verstopping van het putfilter neemt de afpomp van de put

snel toe, waardoor frequente regeneratie noodzakelijk is. Hiervan wordt bij een grondwatersaneringsproject van de Provincie Overijssel in Oldenzaal veel hinder ondervonden.

Een voorbeeld van een waterwinning, waar aluminium in het diepere grondwater aanwezig is, is ps. Epe. Door (overigens verhoudingsgewijs geringe) opname van verzurende stoffen als salpeterzuur (nitraatgehalte 2 mg/l) en zwavelzuur (sulfaatgehalte 10 mg/l) is de pH van het grondwater in dit zeer kalkarme natuurgebied gedaald tot ca. 6,3. Het water bevat daarbij ca. 80 µg/l aluminium. Ter verwijdering van aluminium verandert het waterleidingbedrijf het ontzuringproces. Van dosering van calciumhydroxyde zal worden overgegaan tot filtratie over kalksteen, waarbij als gevolg van de pH-stijging het aluminium als hydroxyde uitvlokt en in het filter achterblijft [Reijnen e.a., 1990]. De verzuring door uitspoeling van stikstofverbindingen heeft in de wingebieden van drinkwaterpompstations in agrarisch gebied nog niet geleid tot een zo sterke daling van de pH, dat er in het gewonnen grondwater aluminium aanwezig blijkt te zijn. De hoge nitraatgehalten zijn daar afkomstig van land-

bouwgronden, waar de verzuring wordt bestreden door bekalking. Doordat slechts een deel van het gevormde zuur in de bodem door kalk wordt geneutraliseerd daalt de pH niettemin en neemt de agressiviteit toe. Het water van ps. van Heek in het Montferland (Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland) en andere aërobe winningen in kalkarme gronden, waar het nitraatgehalte is gestegen, bevat geen of weinig ijzer, zodat de zuivering uitsluitend uit ontzuring bestaat¹. Het water van ps. van Heek wordt sinds halverwege de jaren zestig ontzuurd door filtratie over dolomitisch ontzuringsmateriaal. In 1970, toen het nitraatgehalte nog 10 mg/l (0,16 meq/l) bedroeg, bevatte het ruwe water gemiddeld ca. 10 mg/l CO₂, waarvan 9 mg/l agressief. Momenteel wordt bij dit pompstation water gewonnen met een nitraatgehalte van gemiddeld 47 mg/l (0,76 meq/l). Het CO₂-gehalte is nu 16 mg/l, waarvan 14 mg/l agressief. De stijging van de agressiviteit heeft een toename van het verbruik aan ontzuringsmateriaal tot gevolg.

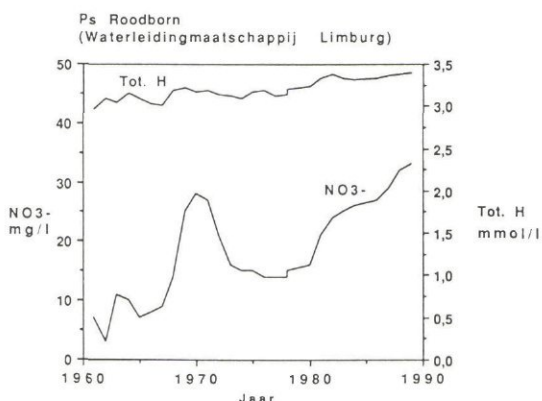
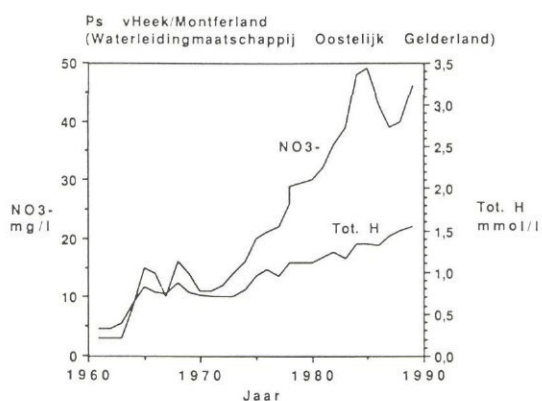
¹ Uitzonderingen vormen enkele winningen met een mengwater waarin door oxydatie van c.q. denitrificatie met pyriet ook het sulfaatgehalte hoog is, zie Denitrificatie in de bodem.

Hardheid

De hardheid stijgt voornamelijk als gevolg van neutralisatie van zuur met calcium- (of magnesium)carbonaat. Vindt uitsluitend nitrificatie plaats, dan is de hardheidsstijging volledig daaraan toe te schrijven.

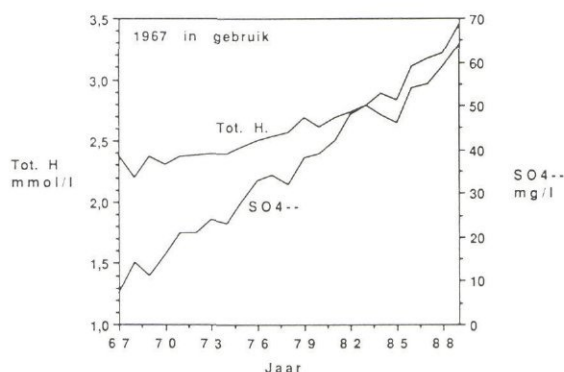
In geval het nitraat door denitrificatie is afgebroken kan ook dit laatste proces hebben bijgedragen aan de hardheidstoename. Denitrificatie met pyriet (reactievergelijking 4) is een verzurend proces, en leidt bij neutralisatie van het zuur tot stijging van de hardheid. Uit de reactievergelijking 2 + 3, 4 en 6 valt te berekenen, dat als nitrificatie wordt gevolgd door denitrificatie met pyriet en het gevormde zuur volledig wordt geneutraliseerd de hardheidsstijging voor 75% is toe te schrijven aan nitrificatie en dus voor de resterende 25% aan denitrificatie. Denitrificatie met organisch materiaal (reactievergelijking 5) werkt niet verzurend, en zorgt dus niet voor toename van de hardheid. Zelfs bestaat de kans dat door denitrificatie met organisch materiaal het kalk-koolzuurevenwicht wordt overschreden en er calciumcarbonaat in de bodem neerslaat. In geval van nitrificatie gevolgd door denitrificatie met organisch materiaal is de hardheidsstijging dus volledig veroorzaakt door nitrificatie, gevolgd door neutralisatie van het zuur.

De gevolgen van de hardheidsstijging voor de zuivering zijn verschillend, hetgeen kan worden geïllustreerd met een beeld van de ontwikkeling van de watersamenstelling bij een aantal pompstations. Het reeds genoemde ps. van Heek in het Montferland en ps. Roodborn van de Waterleidingmaatschappij Limburg zijn beide winningen met aëroob grondwater. De omzettingprocessen van stikstofverbindingen in de bodem blijven daar beperkt tot nitrificatie. In combinatie met de uitspoeling van nitraat liep de hardheid



Afb. 2 - Verloop nitraatgehalte en totale hardheid pompstations van Heek/Montferland en Roodborn.

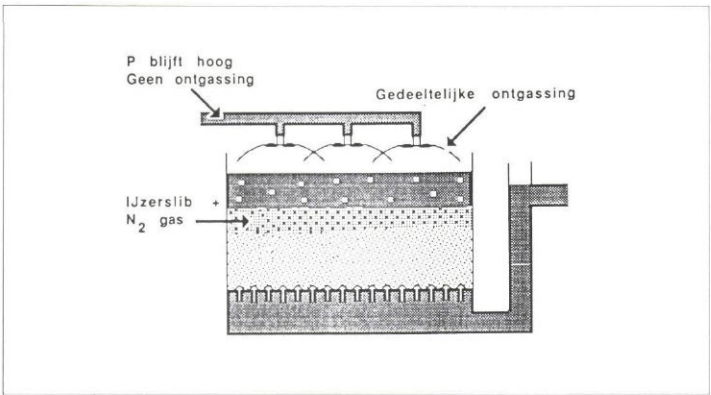
Afb. 3 - Verloop sulfaatgehalte en totale hardheid pompstation Lichtenvoorde.



van het water van ps. van Heek, dat van oorsprong zeer zacht is, op van 0,2 mmol/l in 1961 tot ca. 1,6 mmol/l in 1989 (zie afb. 2). Zoals gezegd betreft dit een hardheidsstijging, die gedeeltelijk in de bodem zijn beslag krijgt en wordt gecompenseerd door rest-ontzuring via filtratie over ontzuringsmateriaal. In kalkrijke gebieden met aëroob grondwater, waarvan het Zuid-Limburgse heuvelgebied een goed voorbeeld is, vindt bij de pompstations waar de nitraatproblematiek speelt tot nog toe in het geheel geen zuivering plaats. Het water is daar van nature aanzienlijk harder, en de neutralisatie van het gevormde salpeterzuur vindt volledig in de kalkbodem plaats. In de periode 1961-1989 steeg bij ps. Roodborn het nitraatgehalte van 7 mg/l tot 32 mg/l en de hardheid van 2,9 mmol/l tot 3,35 mmol/l. De uitspoeling van stikstofverbindingen uit mest maakt hier in de toekomst bij voortzetting van de trend niet alleen nitraatverwijdering noodzakelijk, maar doet tevens de behoefte aan ontharding van het water toenemen.

Hoewel de hardheid bij denitrificatie met pyriet veel minder stijgt dan bij nitrificatie komt ontharding toch vooral in beeld bij pompstations, waar denitrificatie een belangrijke invloed heeft op de watersamenstelling [Van Bennekom, 1987, 1989; van Beek e.a., 1990]. De oorzaak hiervan is niet alleen, dat aan deze denitrificatie nitrificatie met een grotere hardheidsstijging is voorafgegaan, maar vooral dat denitrificatie voorkomt in agrarisch gebied bij winningen waar de hardheid van nature al aanzienlijk hoger is dan bijvoorbeeld bij winningen op hoge zandgronden, waar het nitraatprobleem speelt. De ontwikkeling van de watersamenstelling in een wingebied, waar nitraat via

Afb. 5 - Verstopping van een filter door afgevangen gasbelletjes.

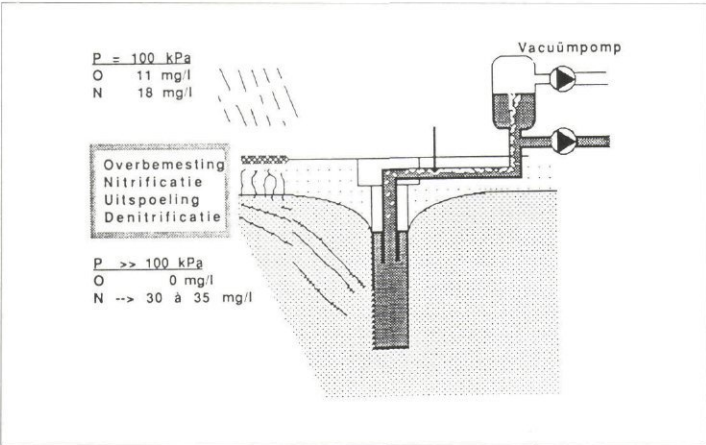


denitrificatie met pyriet wordt afgebroken wordt duidelijk uit afb. 3. In 1967 is ps. Lichtenvoorde in gebruik genomen. Aanvankelijk was het sulfaatgehalte laag (7 mg/l) en bedroeg de totale hardheid ca. 2,4 mmol/l. In de loop der jaren is het sulfaatgehalte voortdurend gestegen. Momenteel bevat het water ca. 65 mg/l sulfaat. De hardheid bedraagt inmiddels 3,5 mmol/l, en de stijging is evenals bij veel andere pompstations progressief. Nitraat is in het water tot nog toe niet aangetroffen, maar de uitspoeling van stikstofverbindingen wordt wel duidelijk uit de hoge gehalten aan vrije stikstof in het water (27 à 30 mg/l). Voor ontharding is natronloog het aangewezen chemicalie. In tegenstelling tot oud natuurlijk grondwater is bij dit jonge sterk beïnvloede grondwater door de verzurende processen de waterstofcarbonaathardheid aanzienlijk lager dan de totale hardheid. Om na ontharding aan de aanbeveling (> 120 mg/l) [Van den Hoven, 1988] te blijven voldoen mag het waterstofcarbonaatgehalte niet te veel worden verlaagd. Bij gebruik van natronloog wordt aan deze eis voldaan, en ook de natriumnorm wordt nergens benaderd. Als daarentegen calciumhydroxyde zou worden toegepast blijkt het waterstofcarbonaatgehalte tot ruim beneden de

gewenste minimum waarde van 120 mg/l te dalen.

Stikstof
De invloed van denitrificatie kan zelfs al merkbaar zijn bij de winning. Door de afbraak van nitraat tot stikstof stijgt het gehalte aan dit gas in het grondwater. Van oorsprong bedraagt het gehalte aan stikstofgas in grondwater ca. 18 mg/l, het gehalte dat in het regenwater onder atmosferische omstandigheden (80% stikstof, 20% zuurstof, 100 kPa, 10 °C) is opgelost. Omdat tijdens denitrificatie zuurstof geheel verdwenen is kan in de bodem bij een druk van 100 kPa niet 18 maar $100/80 \times 18 = 23$ mg/l stikstof oplossen. Bij denitrificatie in de verzadigde zone kan het gehalte aan vrije stikstof dus toenemen tot 23 mg/l. Dit correspondeert met ca. 18 mg/l nitraat. Als er meer dan 18 mg/l nitraat wordt afgebroken raakt het water oververzadigd en kan stikstof in principe in de vorm van gasbelletjes uit het water ontsnappen. Naarmate het water dieper komt neemt echter de druk toe en recht evenredig daarmee de oplosbaarheid van stikstof. In het water van winputten zijn gehalten tot 36 mg/l opgeloste stikstof gemeten. Deze verdubbeling is veroorzaakt door denitrificatie van minimaal 80 mg/l nitraat. De werkelijke hoeveelheid nitraat, die is gedenitrificeerd, kan nog wel hoger zijn geweest, omdat ontgassing in de bodem door oververzadiging niet is uitgesloten.

Hoge stikstofgehalten leiden tot ontgassing bij verlaging van de druk. In geval het water met onderwaterpompen wordt gewonnen kan er in theorie wel ontgassing in de ruwwaterleiding plaatsvinden, maar zal dit niet tot problemen leiden. Als het water echter via een zuigsysteem (zie afb. 4) wordt onttrokken daalt de druk zelfs ruim beneden atmosferische druk en kan een aanzienlijk deel van het stikstofgas in gasbelvorm overgaan.



Afb. 4 - Ontgassing in ruwwaterleiding.

Het gevolg is, dat het vacuüm in het zuigsysteem wegvalt. Denitrificatie kan dus naast lekkage van ruwwaterleidingen ook een oorzaak zijn van frequent schakelen van de vacuümpomp.

Een tweede probleem met een hoog stikstofgehalte vormt ontgassing tijdens filtratie. Als het water boven een filter wordt versproeid vindt een plotselinge drukverlaging plaats, waardoor ontgassing wordt bevorderd.

Voor een deel van de zeer fijne gasbelletjes, die in de neerstortende waterdruppels worden gevormd, is de verblijftijd in de druppel te kort om het grensvlak water-lucht te bereiken. Deze belletjes komen in het bovenwater van het filter terecht. Hun stijgsnelheid is te gering om tegen de neerwaartse stroom in op te stijgen. Zij worden dan meegevoerd in het filtermateriaal, worden afgevangen in de poriën en groeien door samengaan met andere belletjes (coalescentie) aan.

Het filter raakt zo voor een deel bezet met gasbellen, die zorgen voor een extra weerstand voor doorstroming. Bij stilzetten van het filter ontwijkt een deel van het afgevangen gas, en bij hervatting is de drukval over het filter aanzienlijk lager dan direct voor de onderbreking. Filters die regelmatig worden stilgezet hebben daardoor een langere netto looptijd dan filters, die vrijwel continu in bedrijf zijn. Dit verschijnsel doet zich uitsluitend voor bij natfilters. Bij droogfilters heeft ontgassing uiteraard geen invloed op de weerstand van de filters.

IJzer

De denitrificatiereactie met pyriet is in feite opgebouwd uit een aantal deelreacties, waaronder de oxydatie van Fe²⁺ naar Fe³⁺-ionen, gevolgd door precipitatie van Fe(OH)₃, (zie reactievergelijking 4a en b). Mogelijk verloopt reactie 4b onvolledig. In veel putten, waarvan gezien de ontwikkeling van de watersamenstelling duidelijk is, dat denitrificatie met pyriet plaatsvindt, blijkt het ijzergehalte toe te nemen. Bij 41 putten, gelegen in 10 wingebieden van de Waterleidingmaatschappij Oostelijk Gelderland steeg het ijzergehalte van gemiddeld 4,1 mg/l in 1983 tot 5,1 mg/l in 1989 (stijging 24%). In de 28 putten van ps. Wierden (Gemeentelijk Waterleidingbedrijf Almelo) bleek de stijging in dezelfde periode nog groter, van 4,0 tot 5,9 (47%). Het toenemende ijzergehalte is van invloed op het filtratieproces. De groeiende ijzerbelasting van het aangeboden grondwater leidt tot kortere looptijden. Daarnaast neemt de benodigde hoeveelheid spoelwater toe, evenals het geproduceerde slib.

Grootste aandacht voor nitraat

Van de hiervoor genoemde kwaliteitsveranderingen heeft van aanvang af nagenoeg uitsluitend de nitraatstijging in de belangstelling gestaan. De reden dat nitraat wel en de overige bestanddelen niet de aandacht trokken, is de dreiging van overschrijding van de drinkwater-norm. Rond 1980 werd het nitraatprobleem duidelijk, toen de EG-richtlijn een halvering van de bestaande normwaarde van 100 mg/l aankondigde. Een controle van de kwaliteitsontwikkeling wees uit, dat bij enkele pompstations binnen afzienbare termijn een overschrijding van de nieuwe norm dreigde (mogelijk zou bij handhaving van de normwaarde van 100 mg/l de mestproblematiek voor wat betreft de samenstelling van het drinkwater pas enkele jaren later duidelijk zijn geworden). De andere veranderingen in samenstelling van het grondwater die het gevolg zijn van uitspoeling van stikstofverbindingen traden minder aan het daglicht, omdat de relatie tussen de stijging van de desbetreffende componenten en de overbemesting niet werd gelegd en omdat er geen kans was op overschrijding van de drinkwater-norm of -aanbeveling in het afgeleverde drinkwater. Hoge ijzer- en stikstofgehalten leveren problemen bij de drinkwaterproductie, maar hoeven door de aanwezigheid van een adequate zuivering niet te leiden tot kwaliteitsproblemen met het drinkwater. Aluminium komt in winningen voor de openbare drinkwatervoorziening, die door overbemesting zijn beïnvloed, nog niet voor. En de normwaarde (= VEWIN-aanbeveling) voor de totale hardheid, die uit de normen voor calcium en magnesium (150 mg/l = 3,75 mmol/l resp. 50 mg/l = 2,05 mmol/l, totaal 5,8 mmol/l) kan worden berekend, wordt in geen enkel geval benaderd. Omdat waterleidingbedrijven reeds bij een aanzienlijk lagere hardheid plegen over te gaan tot centrale ontharding valt ook in de toekomst geen dreiging van overschrijding van die normwaarde te verwachten.

Literatuuroverzicht

Appelo, C. A. J. (1982). *Verzuring van het grondwater op de Veluwe*. H₂O (15) 1982, nr. 18, p. 464-468.
Beek, C. G. E. M. van, Hetinga, F. A. M. en Baggelaar, P. K. (1990). *Onderzoek naar trendmatige veranderingen in de kwaliteit van het grondwater onttrokken door de Nederlandse waterleidingbedrijven*. KIWA-rapport SWE-90013.
Bennekomp, C. A. van (1987). *Kwaliteitsveranderingen van grondwater als gevolg van uitspoeling van meststoffen*. H₂O (20) nr. 9, p. 194-199.
Bennekomp, C. A. van en Kruithof, J. C. (1988). *Kwantificering van verzurende processen in grondwater*. H₂O (21) 1988, nr. 10, p. 252-257.
Bennekomp, C. A. van (1989). *Hardheidsstijging: een zeer belangrijke kwaliteitsverandering van het*

drinkwater in Oost-Nederland. H₂O (22) nr. 15, p. 450-453.

Hoven, Th. J. J. van den en Eekeren, M. W. M. van (1988). *Optimale samenstelling van drinkwater*. KIWA-mededeling nr. 100, Rapport van de Commissie Conditionering.
Kölle, W., Werner, P., Strebe, O. und Böttcher, J. (1983). *Denitrification in einem reduzierenden Grundwasserleiter*. Vom Wasser, 61 Band, p. 125-147.
Reijnen, G. K., Kostense, A. en Verdouw, J. (1990). *Verwijderen van aluminium uit grondwater te Epe*. H₂O (23) nr. 20, p. 546-550.

● ● ●

Dr. L. Ginjaar nieuwe voorzitter van de Stichting voor Europees Milieubeleid

Dr. L. Ginjaar is per 1 januari 1991 de nieuwe voorzitter van de Stichting voor Europees Milieubeleid te Amsterdam.

In deze functie volgt hij dr. ir. A. P. Oele op, oud-Commissaris van de Koningin in de provincie Drenthe.

Dr. Ginjaar is voorzitter van de Centrale Raad voor de Milieuhygiëne en van de Gezondheidsraad. Voordien was hij Minister van Volksgezondheid en Milieuhygiëne van 1977-1981 en Bestuursvoorzitter van de Rijksuniversiteit te Utrecht (1982-1986). Tevens is hij lid van de Eerste Kamer der Staten-Generaal. Met de Stichting voor Europees Milieubeleid zijn gelieerd de instituten voor Europees Milieubeleid te Bonn, Parijs, Londen en Arnhem. Zij behoren tot de belangrijkste onderzoeksinstituten op het gebied van milieubeleidsvraagstukken. De activiteiten van het instituut worden toegespitst op actuele ontwikkelingen betreffende het milieubeleid in Europa, bijvoorbeeld de gevolgen voor het milieubeleid van Europese integratie, het toepassen van het beginsel 'de vervuiler betaalt' in de landbouw en het opnemen van milieu-aspecten in Europese productienormen.

Jaarboek 1991 voor de Waterleiding verschijnt later

De bestuursstructuur van de VEWIN is per 1 januari 1991 ingrijpend gewijzigd. Om nu te voorkomen dat het Jaarboek 1991 al bij verschijnen is verouderd, worden deze wijzigingen nog in het boek aangebracht.

Als gevolg daarvan verschijnt het Jaarboek rond eind januari, maar het is dan in elk geval actueel!