


Voorspelling ontwikkeling grondwaterkwaliteit van winning Archemerberg

Arie Biesheuvel, Witteveen+Bos
Steef van Baalen, Vitens
Arja Doornbos, Vitens

De nitraat- en nikkelgehalten in het opgepompte grondwater bij de drinkwaterwinning Archemerberg nemen de laatste jaren toe. Omdat Vitens de winning wil blijven inzetten, is inzicht in de verdere ontwikkeling noodzakelijk. In dit artikel wordt het onderzoek hiernaar toegelicht, waarbij de nadruk ligt op de ontwikkeling van de concentraties nitraat, nikkel en ijzer in de komende 25 jaar.

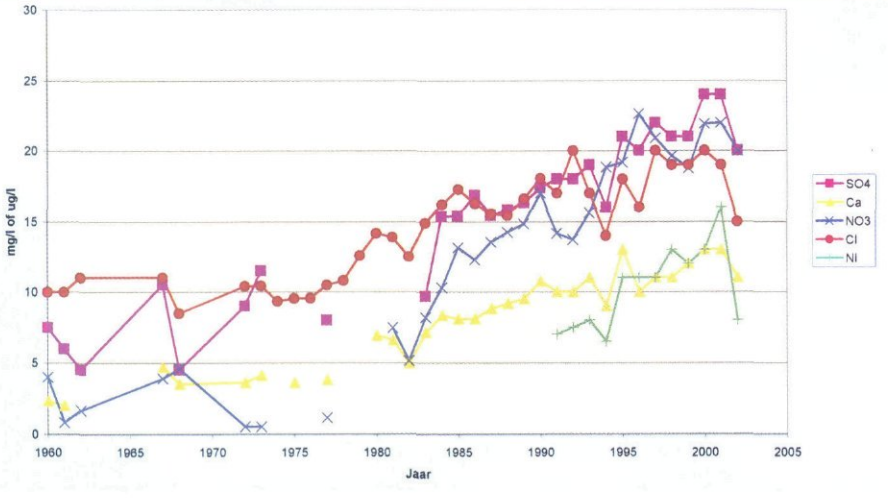
Vitens Overijssel onttrekt op de Archemerberg ruim drie miljoen kubieke meter grondwater per jaar. In het onttrokken water zijn trendmatige verhogingen van de nitraat- en nikkelgehalten geconstateerd. Tot het begin van de tachtiger jaren werd een nitraatgehalte van minder dan vijf milligram per liter gemeten in het gemengd ruwwater. Nu ligt het nitraatgehalte in het ruwwater op ruim 20 milligram. Het nikkelgehalte loopt geleidelijk op van zeven µg/l (1992) naar 16 µg/l in 2002 (afbeelding 1). Om de winning Archemerberg duurzaam te kunnen blijven inzetten is inzicht in de verdere kwaliteitsontwikkeling van het onttrokken water noodzakelijk.

Witteveen+Bos onderzocht de verwachte ontwikkeling tot 2030[1]. Voor het onderzoek bouwde het een grondwaterkwaliteitsmodel op basis van een reeds bestaand grondwaterstromingsmodel, waarmee de concentraties chloride, nitraat en nikkel vanaf de aanvang van de winning tot het jaar 2030 zijn berekend.

Gekozen is voor een integrale benadering van het probleem, door onderzoek van de grondwaterkwaliteit in het gehele intrekgebied en door analyse van de belangrijkste kwaliteitsparameters in het onttrokken water vanaf aanvang van de winning tot nu. Voorts is, voorafgaand aan de modellering, op basis van systeemkennis en berekende belasting eerst een inschatting gemaakt van de kwaliteit van het opgepompt water in de toekomst. Op deze wijze is meer inzicht in de werking van het geohydrologisch en geochemisch systeem ontstaan en daarmee ook in de relaties tussen de activiteiten in het intrekgebied en de kwaliteit van het onttrokken water.

Op basis van het onderzoek zijn maatregelen in beeld gebracht om de drinkwatervoorziening duurzaam te kunnen blijven garanderen (zie pagina 6).

Afb. 1: Kwaliteitsontwikkeling van het opgepompte water in pompstation Archemerberg.



Winning Archemerberg

De winning Archemerberg ligt ten zuiden van Ommen en maakt deel uit van de Sallandse Heuvelrug. Sinds het begin van de zestiger jaren wordt hier grondwater onttrokken ten behoeve van drinkwater uit het eerste watervoerend pakket. Een beschermende toplaag ontbreekt. Het grondwater kan worden gekarakteriseerd als zeer zacht aëroob grondwater. Het totale puttenveld bestaat uit 17 putten met filters op verschillende diepten.

De Lemeler-esch en de Archemer-esch liggen in het intrekgebied. Deze essen kennen een lange landbouwgeschiedenis. Momenteel wordt daar voornamelijk maïs verbouwd. De essen vormen ongeveer een kwart van het totale intrekgebied. De overige driekwart van het intrekgebied bestaat voornamelijk uit natuur (naaldbossen en heide). In afbeelding 2 zijn de isohypsen en de globale grondwaterstroming weergegeven.

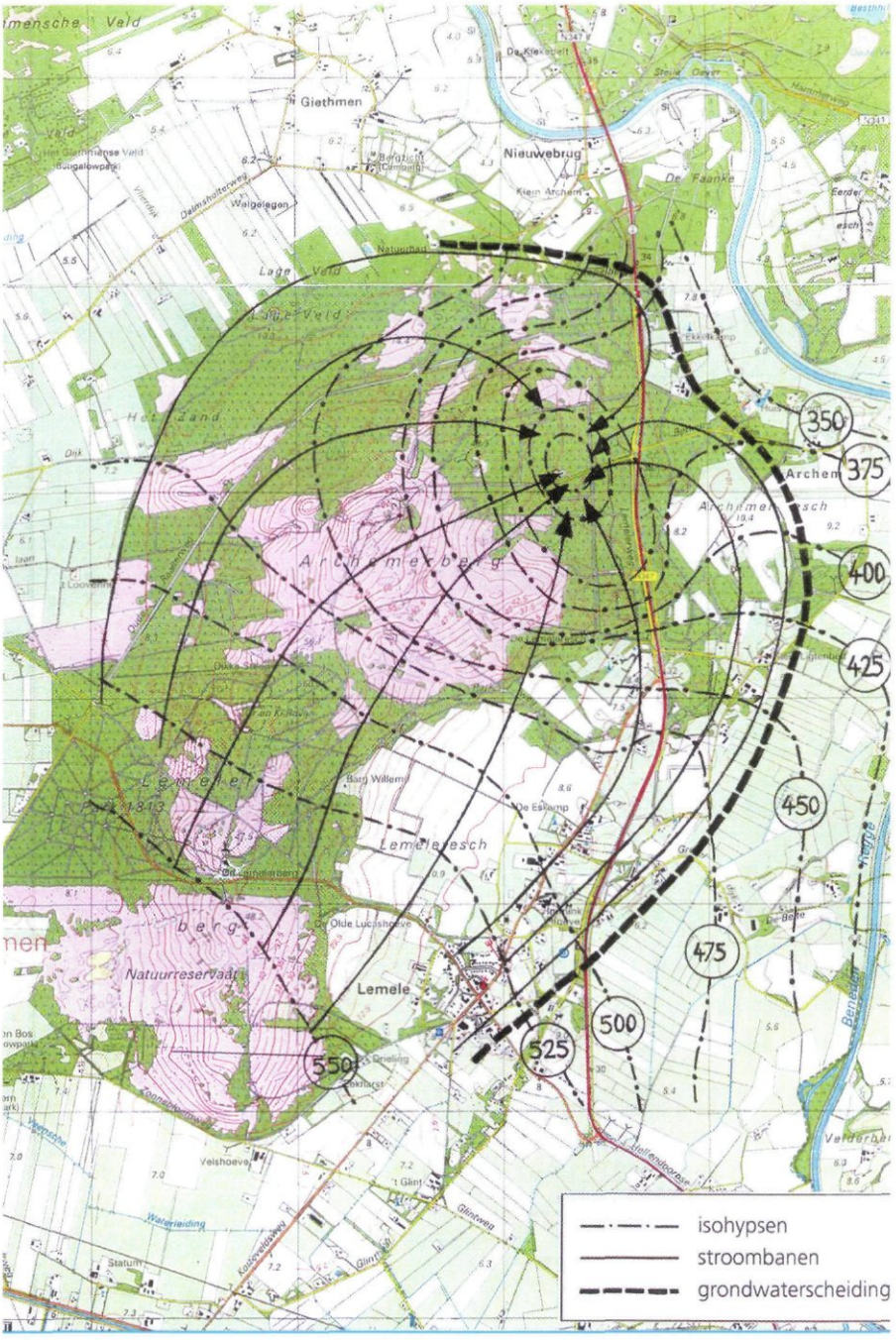
Afbraak pyriet

De kwaliteit van het grondwater rond Archemerberg wordt met name beïnvloed door bemesting en pyrietafbraak. Pyriet is in het verleden gevormd, met name in de (voormalige) kwelgebieden en mogelijk in de diepere ondergrond[2]. Onder invloed van nitraat wordt pyriet afgebroken, waarbij onder meer sulfaat en ijzer vrijkomt en nitraat verdwijnt[3].

Daarnaast kunnen verschillende sporenelementen als nikkel, kobalt, arseen en zink vrijkomen bij de afbraak van pyriet. De precieze samenstelling van pyriet nabij Archemerberg is niet bekend, zodat niet kan worden berekend hoeveel nikkel vrijkomt.

Naast het vrijkomen van nikkel als gevolg van pyrietoxidatie kan nikkel ook mobiel worden door desorptie. Deze desorptie van nikkel wordt veroorzaakt door sterk verhoogde concentraties aan macro-kationen, zoals calcium en kalium, in het infiltrerend landbouwwater. Daarnaast kan ook desorptie optreden door verzuring.

Uit analyses blijkt dat de denitrificatiecapaciteit van het aanwezige pyriet al grotendeels is verbruikt in het bepompte pakket. In de diepere delen is nog wel pyriet aanwezig. Zo wordt in een waarnemingsput met minifilters op één van de essen onder meer een snelle afname van het nitraatgehalte met de diepte waargenomen, hetgeen duidt op een overgang



Afb. 2: Isohypsen en grondwaterstroming rond Archemerberg.

van uitgeloogd naar niet uitgeloogd zand.

Nitraat- en nikkelbelasting in het intrekgebied

Om de kwaliteit van het opgepompte water te kunnen berekenen is het noodzakelijk de kwaliteit van het bovenste grondwater in het intrekgebied te kennen in de loop der tijd. Hierbij speelt met name de bemesting van de essen een rol en daarnaast de atmosferische depositie.

Het bemestingsniveau op de essen is berekend, ervan uitgaand dat het toegestane bemestingsniveau is (en wordt) gerealiseerd. Hierbij is het landgebruik op de essen van belang: tot 1980 werd voornamelijk graan, aardappelen en bieten verbouwd. In de periode daarna was dit overwegend maïs. Thans bedraagt het graanareaal op de Lemeleresch zo'n 25 procent en op de Archemeresch ongeveer 60 procent. Wat betreft de toekomstscenario's is als uitgangspunt gekozen dat het graanareaal stijgt met 20 procent.

Voordat stikstof de grondwaterspiegel bereikt, verdwijnt het gedeeltelijk door gewasopname, ammoniakvervluchtiging en denitrificatie. Schattingen over het gedeelte van de meststoffen die in het grondwater komen, gebaseerd op ervaringen in andere gebieden in Pleistoceen Nederland, liggen rond de 20 procent. Op basis van deze schatting is de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater onder de essen en onder het bosgebied berekend. Deze berekende waarden zijn vervolgens gecorrigeerd (verhoogd) voor gemeten nitraatgehalten en deze zijn gebruikt als invoer voor de voorspellingsberekeningen (tabel 1).

Om na te gaan wat de invloed is van de ingevoerde nitraatgehalten op de berekeningsresultaten, zijn verschillende gevoeligheidsanalyses uitgevoerd, waarbij onder het bosgebied en onder de essen aanmerkelijk hogere gehalten zijn aangenomen. Dit leidde echter tot minder goede kalibratieresultaten. De berekeningswijze is dan ook niet aangepast. De nikkelbelasting is gekoppeld aan de nitraatbelasting, omdat de mobilisatie van nikkel samenhangt met de nitraatbelasting, hetzij via pyrietafbraak, hetzij via desorptie als gevolg van een hoge belasting aan zouten of door verzuring.

Op basis van gemeten gehalten en bovenstaande aannamen en startwaarden zijn de volgende nikkelgehalten ingevoerd in het kwaliteitsmodel (tabel 2). Onderstaande waarden zijn de resultaten van de kalibratie van het nikkelkwaliteitsmodel. Wel moet worden opgemerkt dat onder het bosgebied slechts één meetpunt ligt waar het nikkelgehalte is gemeten.

Bouw en kalibratie voorspellingsmodel

Na de bepaling van de nitraat- en nikkelbelasting van het grondwater is een grondwaterkwaliteitsmodel gebouwd om de voorspellingsberekeningen te kunnen uitvoeren. Uitgangspunt is een MODFLOW-grondwatermodel, dat door Vitens is gebouwd en gekalibreerd[4]. Ten behoeve van deze studie is het model verfijnd, zowel verticaal (meer modellagen) als horizontaal, waardoor het mogelijk was de verschillende pompputten individueel in te voeren, op de juiste diepte. Vervolgens zijn de onttrokken debieten over de periode 1960-2003 ingevoerd en is het model uitgebreid tot een grondwaterkwaliteitsmodel voor nitraat, nikkel en chloride, met behulp van het programma MT3D[5]. Het model is gekalibreerd, eerst op het chloridegehalte en vervol-

Tabel 1. Ingevoerde nitraatgehalten in het kwaliteitsmodel.

periode	nitraatgehalte freatisch grondwater onder bos (mg/l)	nitraatgehalte freatisch grondwater onder essen (mg/l)
1960-1979	5	100
1980-1984	5	300
1985-1989	5	200
1990-1994	5	100
1995-1999	5	70
2000-2002	5	70
2003-2010	5	60
vanaf 2010	5	50

gens op nitraat- en nikkelgehalten.

Voorspellingsberekeningen zijn niet uitgevoerd wat betreft het ijzergehalte, daar de noodzakelijke nauwkeurigheid hoog is (kritische ijzergehalte van 0,05 mg/l) en de kennis van de ondergrond onvoldoende is om dit nauwkeurigheidsniveau te kunnen halen. Wel is een analyse van de gemeten ijzergehalten uitgevoerd in relatie tot nitraat- en nikkelgehalten en het opgepompte debiet. Daarnaast is de ruimtelijke verdeling van de ijzergehalten over het puttenveld beschouwd. Op basis hiervan is de verwachte ontwikkeling van het ijzergehalte opgesteld.

Kwaliteitsontwikkeling tot 2030

Een viertal toekomstscenario's is doorgerekend, waarbij de onttrokken debieten telkens verschilden (zie tabel 3). De nitraat- en nikkelgehalte in het bovenste grondwater in het intrekgebied voor de periode 2003-2030 zijn ingevoerd conform tabellen 1 en 2. De overige modelparameters zijn bij de voorspellingsberekeningen niet aangepast.

Resultaten

Nitraat

De gemiddelde nitraatgehalten zullen in de tweede helft van het huidig decennium (2005-2010) gaan dalen, vrijwel ongeacht het onttrekkingsscenario. Verwacht wordt dat de nitraatgehalten (in het gemengd ruwwater) niet boven de 35 mg/l zullen stijgen en mogelijk zelfs onder de 25 mg/l zullen blijven (bij het eerste, tweede en vierde onttrekkingsscenario). In 2030 wordt een nitraatgehalte van circa 15 à 20 mg/l verwacht. Deze ontwikkeling is tegengesteld aan de verwachting bij aanvang van deze studie[6].

Nikkel

Ook voor nikkel geldt dat wordt verwacht dat in de tweede helft van het huidig decennium (2005-2010) de gemiddelde gehalten in het ruwe water zullen gaan dalen, vrijwel ongeacht het onttrekkingsscenario. Waarschijnlijk zullen de nikkelgehalten (in het gemengd ruwwater) niet boven de 20 µg/l stijgen en mogelijk zelfs onder de 14 µg/l blijven (bij het eerste, tweede en vierde onttrekkingsscenario). In 2030 wordt een nikkelgehalte van rond de 8 µg/l verwacht.

IJzer

Een duidelijke relatie tussen de ijzergehalten enerzijds en de nikkel- en nitraatgehalten of het onttrokken debiet anderzijds is niet gevonden. Wel bestaat een duidelijke ruimtelijke verdeling in de onttrokken ijzergehalten bij de verschillende putten. Het opgepompte water uit de centraal gelegen putten vertoont een laag ijzergehalte (ijzer beneden 0,05 mg/l), terwijl de putten die aan de rand van het puttenveld zijn gelegen een hoger ijzergehalte in het opgepompte water laten zien. Deze verdeling is redelijk constant, ondanks de debietwisselingen die plaatsvonden in de afgelopen tien jaar.

Aanbevolen onttrekkingsregime

De daling van de nitraat- en nikkelgehalten zet in de periode 2005-2010 in, (vrijwel) ongeacht het onttrekkingscenario. Wel wordt bij het derde scenario een hoger maximaal gehalte in het gemengd ruwwater verwacht, zowel voor nitraat als voor nikkel. Ook zullen de fluctuaties in de gehalten bij dit scenario groter zijn dan bij de andere scenario's. Scenario 3 verdient dan ook geen voorkeur.

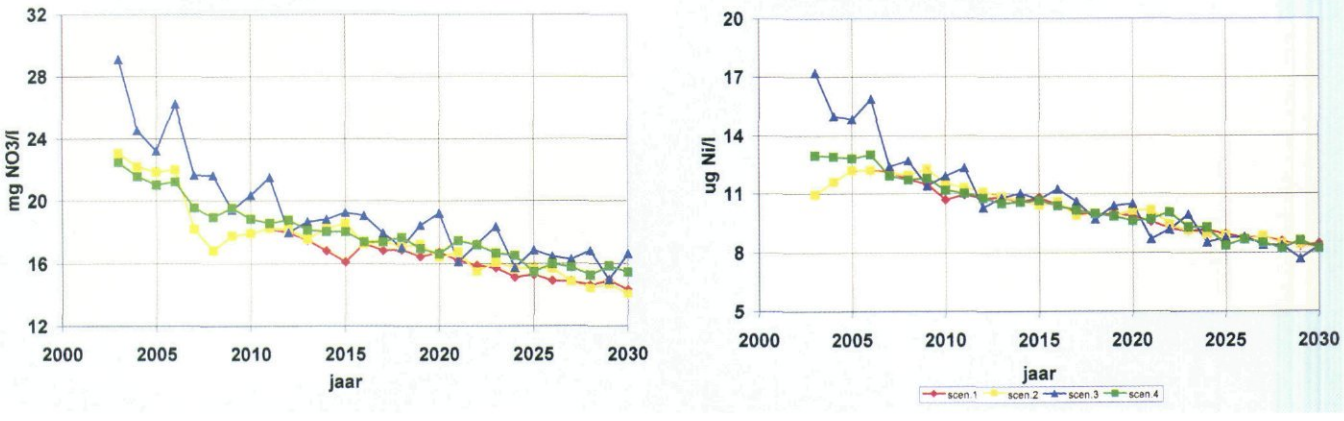
Tabel 2. Ingevoerde nikkelgehalten in het kwaliteitsmodel.

periode	bos	essen (µg/l)	aanvullende bron: onderzijde WVP 1 (µg/l)
1960-1979	3	50	0
1980-1984	3	150	0
1985-1989	3	100	0
1990-1994	3	50	30 (nalevering door pyrietafbraak, nabij putten 16,20,21)
1995-1999	3	35	30 (nalevering door pyrietafbraak, nabij putten 16,20,21)
2000-2002	3	35	30 (nalevering door pyrietafbraak, nabij putten 16,20,21)
2003-2010	3	30	0
vanaf 2010	3	25	0

Tabel 3. Ontrekkingsregime toekomstscenario's voor de periode 2004-2030.

scenario	debietaanpassingen
1) 'autonoom'	tijdelijke verhoging tot 2010 naar vier miljoen kubieke meter per jaar, daarna tot 2030 huidige onttrekking (drie miljoen kubieke meter per jaar)
2) 'ongewijzigd'	continuering onttrekking op drie miljoen kubieke meter
3) 'schermputten'	aanpassing putschakelschema, waarbij drie schermputten volcontinu 300 kubieke meter per uur leveren. Het overige debiet is gelijkmatig verdeeld over de resterende putten. Het debiet is gelijk aan eerste scenario.
4) 'evenredig'	alle putten leveren een gelijk jaardebiet. Het debiet is gelijk aan eerste scenario.

Afb. 3. Resultaten nitraat- en nikkelvoorspelling, gemengd ruwwater.



Op basis van de ijzeranalyse gaat de voorkeur uit naar een scenario dat weinig verschilt van het onttrekkingsregime dat in het verleden is uitgevoerd. De voorkeur gaat dan ook uit naar de scenario's 1 (autonoom) en 2 (ongewijzigd).

Conclusies

Op basis van het modelonderzoek wordt verwacht dat de huidige stijging van de nitraat- en nikkelgehalten nog maximaal enkele jaren zal duren, waarbij de drinkwaternorm in het gemengd ruwwater niet wordt overschreden. Al voor het jaar 2010 zet een daling van de nitraat- en nikkelgehalten in. Deze afname wordt veroorzaakt door afname van de mestgift in de afgelopen decennia in het intrekgebied.

Op basis van de resultaten van deze studie en in overleg met externe partners heeft Vitens voor inzet van de winning conform scenario 2 (ongewijzigd). Met dit scenario kan Vitens de omgeving van de winning blijvend ontlasten en tegelijkertijd de kwaliteit van het grondwater optimaal houden.

Het huidig monitoringsprogramma dient te worden gecontinueerd, waarbij ook de kwaliteit van het freatisch water onder het bosgebied van belang is. Hier wordt thans weinig bemonsterd. Het doel van de bemonstering is de (veronderstelde) afname van de nitraatbelasting in de brongebieden te monitoren.

LITERATUUR

1) Biesheuvel A. (2003). Duurzaamheid winning Archemerberg, ontwikkeling waterkwaliteit tot 2030. Achtergrondrapport modellering: toekomstverkenning nitraat-, nikkel- en ijzergehalten. Witteveen+Bos. Rapport Acmb1-1-100.

2) Biesheuvel A. (2002). Over het voorkomen en de afbraak van pyriet in de Nederlandse ondergrond. Witteveen+Bos.

3) Appelo C. en D. Postma (1992). Geochemistry, groundwater and pollution. Vrije Universiteit Amsterdam.

4) Ngo X. (1998). Hydrologische effecten van verschillende ingrepen rondom Archemerberg. WMO.

5) Zheng C. (1990). MT3D. A modular three-dimensional transport model. SSPA.

6) Gosselink B. (2003). Quick scan nitraatvoorspelling Archemerberg tot 2010. Vitens.