

Een methode voor de bepaling van de nitraatconcentratie in het opgepompte grondwater bij diverse bemestingsscenario's

1. Inleiding

De laatste jaren is het aantal bekende verontreinigingen van bodem en grondwater snel toegenomen. In eerste instantie werd daarbij de industrie als grootste bedreiging voor de grondwaterkwaliteit gezien. Het is echter gebleken dat ook landbouwkundige activiteiten schadelijk kunnen zijn voor de kwaliteit van het grondwater. Daarbij valt te denken aan het gebruik van bestrijdingsmiddelen en grondontsmettingsmiddelen die in de bodem slecht afbreekbaar blijken te zijn, maar ook aan het overvloedig uitrijden van organische mest over het land.



H. BOUKES
KIWA, Nieuwegein

Dit heeft op een aantal pompstations al geleid tot verhoogde nitraatconcentraties in het opgepompte water. Op andere pompstations is het effect van een toenemende bemesting nog niet merkbaar in het opgepompte water, maar neemt de nitraatconcentratie in het ondiepe grondwater rondom het pompstation geleidelijk toe. De wetgever heeft ingezien dat de grondwaterkwaliteit beschermd moet worden, en er zijn dan ook al diverse activiteiten ontplooid die moeten leiden tot een betere bodembescherming. Hierbij bleek al snel een behoefte te bestaan om het effect van deze activiteiten voor de korte en lange termijn te kwantificeren. In [Peters en Boukes, 1987] is een techniek gepresenteerd waarmee het mogelijk bleek om het nitraatgehalte te simuleren dat bij pompstation Archemerberg wordt opgepompt. Dit pompstation wordt door de N.V. Waterleiding Maatschappij Overijssel (WMO) geëxploiteerd. In dit artikel zal deze techniek verder worden uitgebreid, om uiteindelijk te komen tot een voorspelling van het nitraatgehalte in de toekomst bij diverse bemestingsscenario's.

2. Een degelijk fundament...

Voor een goede voorspelling van de nitraatgehalten in de toekomst dienden de door Peters en Boukes beschreven berekeningen verder te worden onderbouwd. Allereerst moest meer zekerheid komen of het berekende grondwaterstandsbeeld in overeenstemming was met de werkelijkheid. Omdat het model uitgaat van een stationaire situatie, is gekozen voor vergelijking van de berekende potentialen met gemiddelde grondwaterstanden van de periode 1981 tot 1984. In deze periode was de onttrekking op het pompstation redelijk constant (3,2 miljoen m³/jaar). Deze vergelijking was

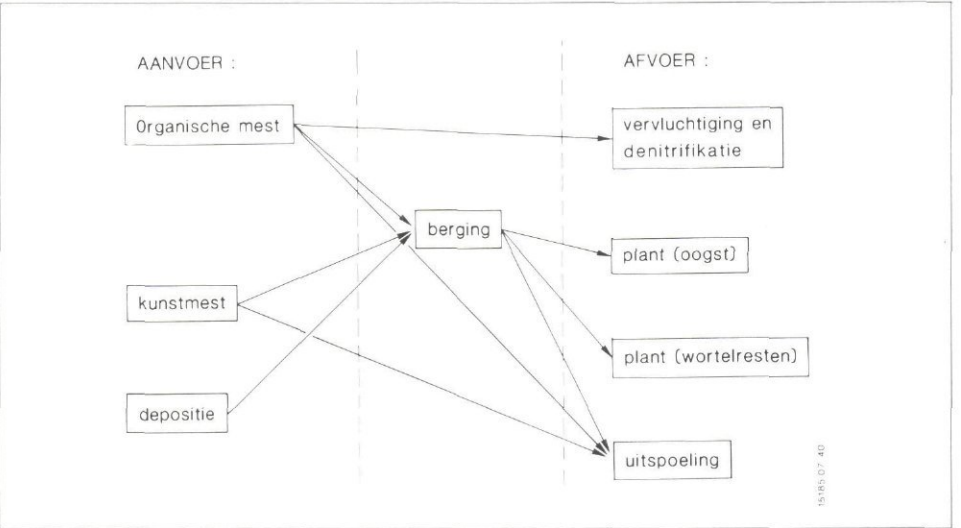
aanleiding om de kD-waarden ten oosten van het pompstation te halveren. Daarnaast is gecontroleerd in hoeverre het modelgebied voor deze berekeningen groot genoeg was. Met name ten zuidwesten van de winning bleek een behoorlijke hoeveelheid water het modelgebied in te stromen en ook het puttenveld te bereiken. Dit kon worden ondervangen door aan deze kant het modelgebied met drie kolommen elementen van 200 meter uit te breiden. De uitspoeling van nitraat naar het grondwater is bepaald aan de hand van het in afb. 1 weergegeven schema.

In de literatuur zijn voor alle posten behalve de totale uitspoeling vuistregels en/of schattingen opgesteld. Aan de hand hiervan volgt de uitspoeling als sluitpost in de balans. Een nauwkeurige beschrijving van alle aannamen wordt gegeven in [Boukes, 1987]. De aldus berekende nitraatconcentratie van het infiltrerende water is aan een nadere beschouwing onderworpen. Ook is een

aantal ijkingsberekeningen uitgevoerd over de periode 1960 tot 1985. Na vergelijking met analysecijfers van het ondiepe grondwater en van het opgepompte water werd een aantal aanpassingen verantwoord geacht, en ontstonden de in tabel I weergegeven getallen. Ook de dispersielengte van het watervoerend pakket werd geijkt. Bij een waarde van 20 meter werden goede resultaten bereikt. De uiteindelijke resultaten van de ijkingsberekening zijn in afb. 2 weergegeven. Het blijkt nu dat gemeten en berekende resultaten zeer goed met elkaar overeen-

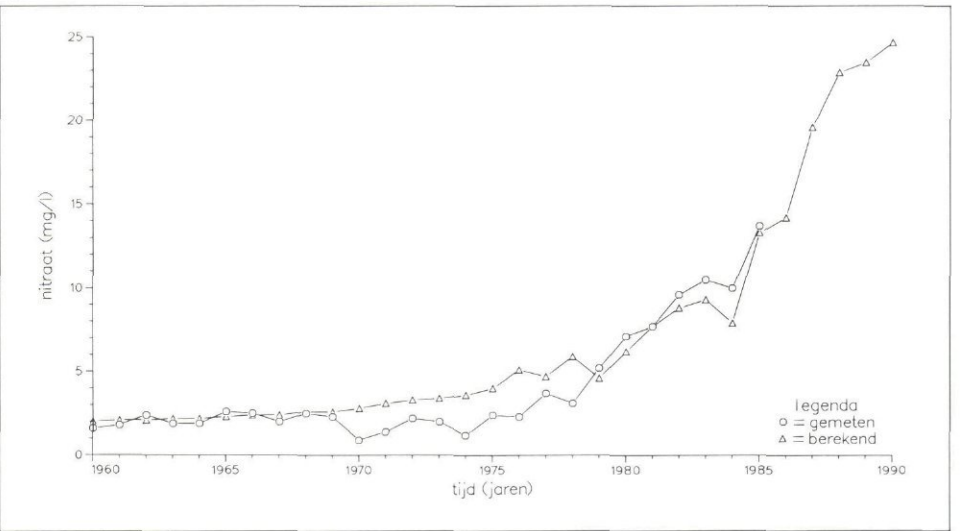
Tabel I – Ingevoerde nitraatconcentratie van het infiltrerend water voor het gebied rond Archemerberg.

jaar	Concentraties NO ₃ van het infiltrerend water (mg/l)			
	grasland	bouwland	maisland	bos en heide
1960	138,8	71,1	71,1	3,3
1965	180,2	96,8	96,8	4,0
1970	219,4	120,2	120,2	4,4
1975	257,5	192,9	438,8	4,8
1980	294,5	208,6	470,8	5,0
1985	324,8	199,3	566,4	5,1



Afb. 1 - Het gehanteerde schema voor de bepaling van de uitspoeling van nitraat.

Afb. 2 - Resultaten van de ijkingsberekening.



komen. Omdat de berekeningsresultaten door diverse parameters te beïnvloeden zijn, is dit nog geen garantie dat de berekening de werkelijkheid juist schematiseert, maar het geeft wel vertrouwen in de resultaten. Uitgaande van deze berekening zijn modelmatig twee andere situaties doorgerekend die in één opzicht van Archemerberg verschillen. In tabel II wordt hiervan een overzicht gegeven.

Tabel II – Overzicht van de gebruikte modelsituaties.

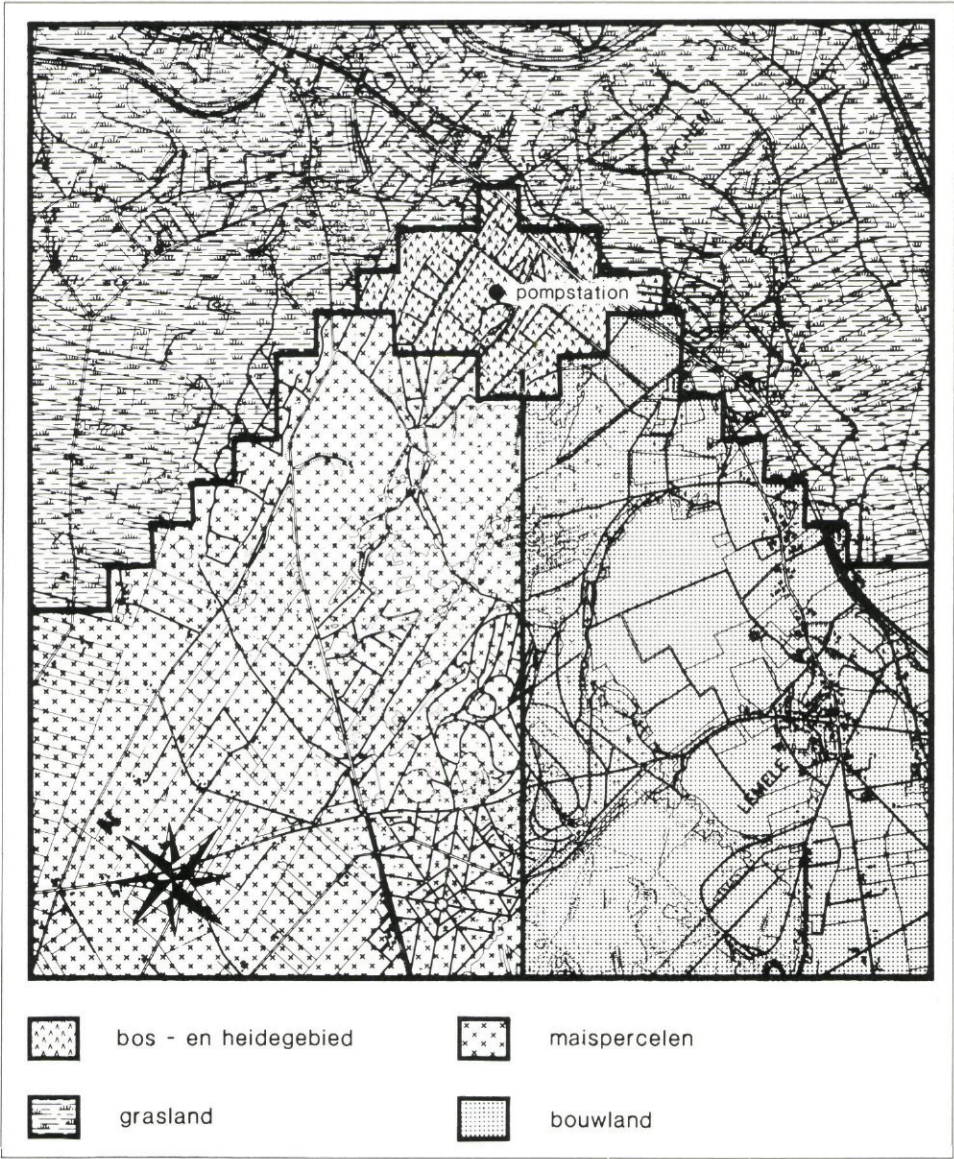
Model-situatie	Omschrijving
1	Archemerberg
2	als Archemerberg, met in het modelgebied een ander grondgebruik (meer landbouwgrond, ook op korte afstand van de winning)
3	als Archemerberg, met afbraak in het watervoerend pakket

Bij de gefingeerde modelsituatie 2 bestaat het intrekgebied van de winning voor circa 90 procent uit landbouw- en voor 10 procent uit bosgebied. Het landbouwgebied bestaat uit grasland en bouwland; het bouwland is onderverdeeld in bij benadering gelijke delen maïsland en overig bouwland. De verdeling over het gebied is weergegeven in afb. 3. De overige model-parameters zijn zo veel mogelijk van de situatie rond Archemerberg overgenomen. Dit geldt onder meer voor de bemestingshoeveelheden bij een bepaald grondgebruik.

Voor de bemestingshoeveelheden is voor elk model een tiental scenario's doorgerekend. Deze variëren van een gelijkblijvend of zelfs toenemend mestgebruik tot een mestverbod in het hele intrekgebied. Met name bestond veel belangstelling voor de gevolgen van de maatregelen uit het 'Ontwerp-Besluit Gebruik Dierlijke Meststoffen', al of niet met aanvullende maatregelen, waardoor vanaf 1987 de hoeveelheden organische mest die op het land worden uitgereden, gefaseerd moet worden teruggebracht. Een volledig overzicht van de scenario's is weergegeven in [Boukes, 1987].

3. ... als basis voor een toekomstverwachting
3.1. Archemerberg

In alle berekeningen voor pompstation Archemerberg zal de 25 mg/l-grens (de EG-richtlijn voor nitraat in drinkwater) in vijf tot zeven jaar worden overschreden. Bij toenemende belasting kan het nitraatgehalte tot boven de 100 mg/l stijgen, bij gelijkblijvende belasting tot circa 85 mg/l. De mestbeperkende maatregelen die in het ontwerp-besluit dierlijke meststoffen worden genoemd, zijn niet voldoende om te voorkomen dat op pompstation Archemerberg nitraat uit het opgepompte water moet worden verwijderd. De maatregelen dienen derhalve vergezeld te gaan met aanvullende maatregelen binnen de 25-jaarszone.

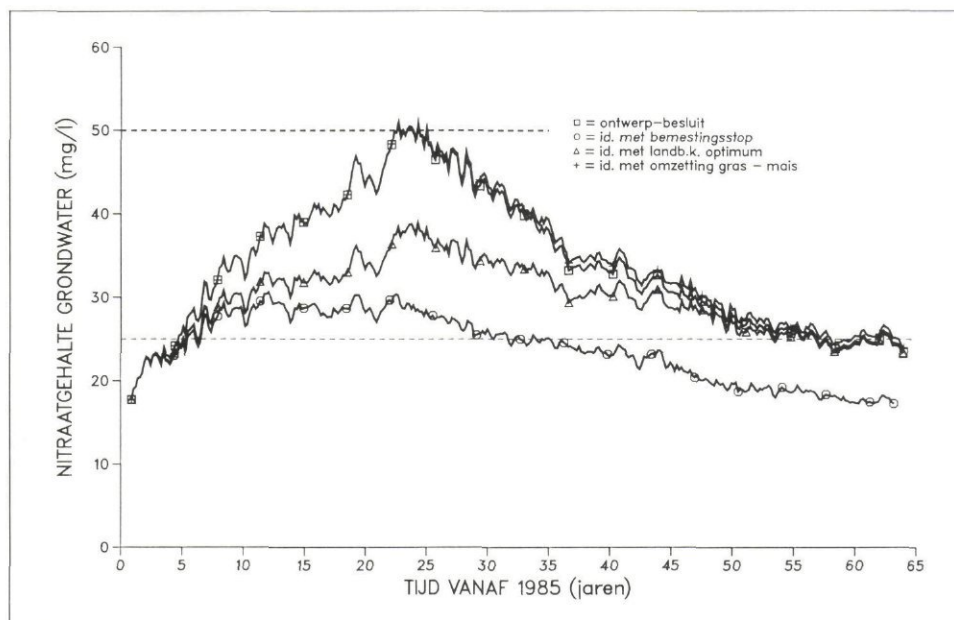


Afb. 3 - Grondgebruik modelsituatie 2.

Met bemesting tot aan het landbouwkundig optimum binnen deze zone zou zuivering juist voorkomen kunnen worden. In afb. 4 worden de berekende nitraatgehalten tegen de tijd uitgezet voor de vier scenario's waarmee het effect van het ontwerp-besluit gebruik dierlijke meststoffen is doorgerekend, al of niet met aanvullende maatregelen binnen de 25-jaarszone.

3.2. Archemerberg met ander grondgebruik
Wanneer bij Archemerberg het grondgebruik zou zijn als in modelsituatie 2, zou het nitraatgehalte na 1965 beginnen op te lopen, en in 1985 115 mg/l bedragen. Het is niet vreemd dat de nitraatgehalten zo snel oplopen. Door de extreme combinatie van factoren (intensief bemeste percelen, een aanzienlijk deel van het intrekgebied in gebruik als maïsland, een diepe grondwaterstand en dus geen afbraak in de onverzadigde

zone, geen afbraak in de verzadigde zone), moet aan deze berekening het karakter van een worst-case-analysis worden toegekend. In de praktijk blijkt er dan ook geen pompstation te zijn waar op dit moment dergelijk hoge nitraatgehalten worden gemeten. Omdat er wel degelijk freatische winningen zijn met een vergelijkbaar grondgebruik in de omgeving, is in die gevallen waarschijnlijk de belasting minder hoog, of vindt er afbraak van nitraat plaats in de bodem. De hoge kwetsbaarheid van het pompstation in deze fictieve situatie leidt er toe dat zelfs bij vergaande beperkingsmaatregelen nog concentraties hoger dan 50 mg/l worden berekend. Als maximum worden bij toenemende nitraatbelasting gehalten van bijna 400 mg/l berekend. Uitvoering van het ontwerp-besluit gebruik dierlijke meststoffen leidt in deze modelsituatie ook op lange termijn niet tot een



Afb. 4 - Berekende nitraatgehalte pompstation Archemerberg.

daling van het nitraatgehalte tot onder 50 mg/l. Bij aanvullende maatregelen binnen de 25-jaarszone blijkt alleen een bemestingsverbod een daling van het nitraatgehalte tot onder de 50 mg/l-grens te weeg te brengen. In afb. 5 worden de berekende nitraatgehaltes tegen de tijd uitgezet voor de vier scenario's waarmee het effect van het ontwerp-besluit gebruik dierlijke meststoffen is doorgetrokken, al of niet met aanvullende maatregelen binnen de 25-jaarszone.

3.3. Archemerberg met afbraak

In de literatuur worden diverse waarden genoemd voor de afbraak van nitraat in de verzadigde zone [Reddy and Patrick, 1984]. In eerste instantie is gekozen voor een

halfwaardetijd van circa 23 dagen bij een belasting oplopend tot 900 mg/l. Ondanks de extreem hoge belasting werd in deze berekening een nitraatconcentratie in het onttrokken grondwater berekend van minder dan 0,1 mg/l en in het hele onderzoeksgebied bedroeg de maximale concentratie enkele mg/l. Ook bij langere halfwaardetijden (400 dagen) en hogere belastingen (als in modelsituatie 2) bleef het nitraatgehalte ruimschoots onder de 25 mg/l-grens. Bij deze berekening is echter uitgegaan van een oneindig afbraakproces dat gelijkmatig over het hele profiel optreedt. Dat maakt deze berekeningen wellicht te optimistisch. Gezien de vele en grote onzekerheden over deze bodemprocessen lijkt het niet

verstandig om op dit moment voor de korte termijn, maar zeker voor de lange termijn te veel op afbraakprocessen te rekenen.

4. Evaluatie van de berekeningsresultaten

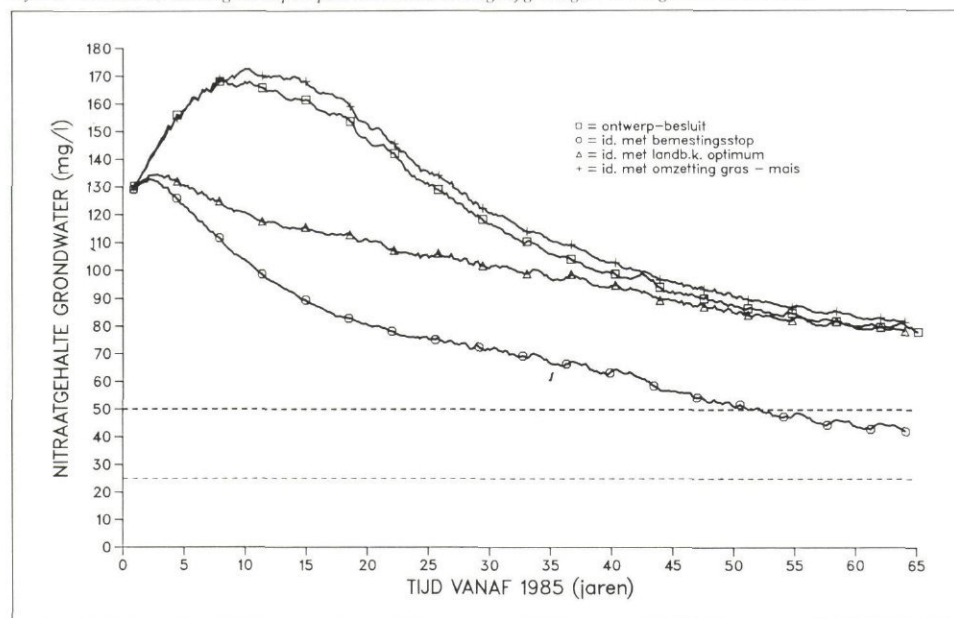
Voor de berekening van de nitraatconcentratie in het onttrokken water in de toekomst blijkt met name de afbraak van nitraat in de verzadigde zone van belang. Er is in het algemeen nog weinig bekend van de processen die op deze afbraak van invloed zijn. Het is daarom zaak om de komende tijd veel aandacht te besteden aan een aantal praktijkstudies, waarbij niet alleen wordt bepaald hoe de afbraak op dit moment plaatsvindt, maar ook of de afbraakcapaciteit van de bodem gelijk blijft, dan wel op den duur uitgeput raakt, zodat hogere nitraatgehaltes op den duur toch in het onttrokken water worden aangetroffen.

Ook is het grondgebruik en grondwaterbelasting in het intrekgebied van belang voor het uiteindelijk berekende nitraatgehalte. Met maatregelen die het gebruik van mest beperken blijkt het mogelijk het nitraatgehalte te verlagen. In welke mate het gebruik beperkt moet worden om binnen de drinkwaternormen te blijven zal per situatie verschillen.

Op dit moment zijn er nog grote hoeveelheden relatief nitraatarm grondwater in de bodem aanwezig, die bij onttrekkingen zich met het recent geïnfiltreerde grondwater vermengen, en zo gedurende vrij lange tijd een buffer vormen tegen nitraatrijk water. Die invloed kan tot op heden nog vrij groot zijn en is onder meer afhankelijk van de dikte van het pakket waaruit gewonnen wordt en in geval van een diepere winning, van de effectiviteit van beschermende lagen boven het pakket waaruit gewonnen wordt, maar op lange termijn zal de invloed steeds geringer worden.

In veel gevallen zal ook de relatie met het oppervlaktewater van belang zijn voor het nitraatgehalte. Bij veel pompstations zal het oppervlaktewater het grondwater aanvullen. Afhankelijk van de hoeveelheid infiltrerend water, en de nitraatconcentratie, zal dit doorgaans een positieve invloed op de kwaliteit van het grondwater hebben. De invloed van drainerend oppervlaktewater kan zeer groot zijn wanneer het alleen het bovenste nitraatrijke water afvoert. Uit de berekeningen naar het intrekgebied en beschermingszones blijkt dat de 25-jaarszone van dit pompstation als gevolg van de relatief hoge nuttige neerslag een groot deel van het intrekgebied beslaat. Dit heeft tot gevolg dat het pompstation relatief jong water op zal pompen, en ook snel zal reageren op veranderingen in nitraatbelasting. Verwacht mag worden dat op de meeste andere pompstations in Nederland de veranderingen in kwaliteit trager zullen verlopen.

Afb. 5 - Berekende nitraatgehalte pompstation Archemerberg bij grondgebruik volgens modelsituatie 2.



5. Conclusies en aanbevelingen

– Deze studie dient gezien te worden als een eerste poging om het nitraatprobleem voor een winning te kwantificeren. Voor een groot aantal parameters was het nodig om schattingen te maken, of waarden te nemen die onder andere omstandigheden op andere plaatsen gemeten zijn. De resultaten moeten dan ook gezien worden als een 'best possible estimation' en kunnen wellicht een bijdrage leveren aan de discussie over te nemen maatregelen en de effecten er van. Tevens moet uit deze studie onder meer blijken welke parameters voor het uiteindelijke nitraatgehalte van belang zijn.

– De huidige belasting van het grondwater met nitraat zal bij pompstation Archemerberg op den duur leiden tot een nitraatgehalte van circa 85 mg/l. Wanneer er rond Archemerberg meer landbouwgrond zou zijn (modelsituatie 2, kan het nitraatgehalte tot meer dan 300 mg/l oplopen.

– De voorgestelde bemestingsnormen uit het ontwerp-besluit gebruik dierlijke meststoffen, die ook buiten het intrekgebied van kracht zullen zijn, leiden op iets langere termijn ook tot een daling van het nitraatgehalte, die in het geval Archemerberg echter onvoldoende is om een nitraat-zuivering te voorkomen.

– Bij modelsituatie 2 blijken deze maatregelen niet voldoende om onder 50 mg/l te blijven. In dit geval zijn vergaande aanvullende maatregelen in de 25-jaarszone noodzakelijk om het nitraatgehalte tot onder de 50 mg/l te doen dalen.

– Een afbraak in het watervoerend pakket in de orde van grootte van een halfwaardetijd van een jaar blijkt een aanmerkelijke daling van het nitraatgehalte te geven, zodanig dat de normen voor nitraat zelfs niet benaderd worden. Er is op dit moment nog weinig inzicht in de processen die deze afbraak veroorzaken of in de restprodukten die hierbij vrijkomen. Voor een goede risico-analyse is het echter absoluut noodzakelijk hier een betrouwbare uitspraak over te kunnen doen. Nader onderzoek naar deze processen lijkt het meest urgent om in andere gevallen de risico's van mestgiften te kunnen schatten.

– De hydrologische situatie van Archemerberg is relatief eenvoudig: één watervoerend pakket, geen invloed van het oppervlaktewater en geen aantoonbare bodemprocessen. Het gebruikte computerprogramma gaat uit van een schematisatie tot één watervoerend pakket, waarbij de concentratie over de gehele dikte van het pakket gemiddeld wordt. Voor meer complexe situaties zijn andere reken-technieken noodzakelijk die in principe wel bekend zijn, maar nog goed moeten worden uitgewerkt voordat ze betrouwbare informatie geven over de orde van grootte van de problematiek in andere situaties.

– De indruk bestaat dat de nitraatproblemen het onderdeel van het bemestings-

problematiek vormen dat het eerst merkbaar wordt. Nitraat adsorbeert nauwelijks aan de bodem en zal dus het snelst in de pompputten worden aangetroffen. Dit wil echter niet zeggen dat andere stoffen als kalium, sulfaat en fosfaat als bedreiging voor het grondwater buiten beschouwing mogen worden gelaten. Hoe sneller op de problematiek van de bedreiging door dergelijke stoffen kan worden ingespeeld, des te effectiever kunnen de te treffen maatregelen zijn.

6. Verantwoording

Dit artikel is een beknopte weergave van het rapport 'Een methode voor de bepaling van de gevoeligheid van het nitraatgehalte in het opgepompte grondwater voor diverse bemestingsscenario's' [Boukes, 1987]. Het onderzoek dat hieraan ten grondslag lag is uitgevoerd in opdracht van de Directie Drink- en Industrierwatervoorziening van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, en de Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven In Nederland (VEWIN). Een deel van de voorbereidingen en afwerking is uitgevoerd binnen het project Bescherming Waterwingebieden dat een onderdeel is van het door de VEWIN aan het KIWA opgedragen onderzoek.

Voor deze studie is nauw samengewerkt met de N.V. Waterleidingmaatschappij Overijssel, waar men de meeste basis-gegevens in de

vorm van analyseresultaten, grondwaterstanden enz. heeft verzorgd. De WMO heeft concrete plannen om, als vervolg op deze studie, te komen tot een onderbouwing van een beschermingsstrategie die specifiek voor de winning Archemerberg wordt ontwikkeld. Aan de hand van controlemetingen in het veld en een inventarisatie van het mestgebruik, die onder 75 procent van de agrariërs in het gebied rond Archemerberg is uitgevoerd, kunnen de invoergegevens verder worden geoptimaliseerd. Ten behoeve van een beleidsbeslissing kunnen dan aanvullend diverse beschermingsstrategieën worden doorgerekend.

Literatuur

- Boukes, H. (1987). *Een methode voor de bepaling van de gevoeligheid van de nitraatconcentratie in het opgepompte grondwater voor diverse bemestingsscenario's*. KIWA, SWE-87.003.
- Eijsink, R. (1985). *Onderzoek naar de relatie landbouw-grondwaterkwaliteit rondom de grondwaterwinning Archemerberg. Deel II: Nitraatbelasting van het grondwater*. KIWA, SWE-85.017.
- Jong, C. de (1986). *Grondwaterbelasting 25-jaarszone Vierlingsbeek*. KIWA, SWE-86.112.
- Konikow, L. F. en Bredehoeft, J. D. (1978). *Computer model of tow-dimensional solute transport and dispersion in groundwater*.
- Peters, J. H. en Boukes, H. (1987). *Hoeveel nitraat is 'onder weg'? H₂O*.
- Peters, J. H., Boukes, H. en Eijsink, R. (1986). *Contaminant modelling to predict nitrate contents in groundwater abstracted for potable use*. KIWA, SWE 86.008.
- Reddy, K. R. en Patrick, W. H. (1984). *Nitrogen transformations and loss in flooded soils and sediments*. CRC Critical review in environmental control 13:273.



H. Helgers nam afscheid van KIWA en VEWIN

Na ruim veertig arbeidzame jaren in de bedrijfstak nam op 23 juni de heer H. Helgers afscheid van KIWA en VEWIN. Met name de laatste decennia was de heer Helgers nauw betrokken bij het inspectiewerk als secretaris van het Landelijk Inspectiecontact, coördinator van de regionale inspectiegroepen en secretaris van de Commissie Werkbladen Drinkwaterinstallaties.

Namens LIC en regionale groepen bood ir. W. C. Wijntjes een camera aan.

