

---

# Evaluatie voorspellingsberekeningen Vierlingsbeek 1989 en 1995

Harry Boukes

---

*Om gevoel te krijgen voor de ernst van de nitraatproblematiek voor de freatische winning op pompstation Vierlingsbeek, zijn er in 1989 en 1995 voorspellingsberekeningen uitgevoerd naar de te verwachten concentraties nitraat en andere mestgerelateerde parameters. In 2006 deed de mogelijkheid zich voor om te evalueren in hoeverre de concentraties op het pompstation zich hebben ontwikkeld conform de voorspellingen.*

*Zoals meestal zijn sommige dingen goed en andere dingen minder goed gegaan. De nitraatconcentratie houdt zich qua orde van grootte vrij goed aan het voorspelde lijntje, sulfaat en calcium opvallend goed. Voorspelde ontwikkelingen lijken echter trager op te treden dan de berekening voorzag. Daarnaast is er nog geen enkel signaal dat de pyrietbuffer in de bodem opraakt.*

*Het succes van de berekeningen is vooral dat de verwachtingen uit de jaren tachtig ten aanzien van nitraat konden worden bijgesteld, waardoor het beheer op en rond het pompstation beter op de werkelijkheid kon worden afgestemd. Opmerkelijk is dat het feitelijke probleem van overbemesting en pyriet (namelijk normoverschrijding voor nikkel, dat vrijkomt bij de afbraak van pyriet) in de voorspellingsberekeningen helemaal niet aan de orde is geweest.*

## Het mestprobleem

Na de tweede wereldoorlog ontstond in Europa het beeld dat het voor de stabiliteit van het werelddeel van belang zou zijn dat alle mensen tegen lage kosten voldoende te eten zouden hebben. Belangrijke middelen hiertoe waren schaalvergroting en intensivering van de landbouw hogere opbrengsten per hectare, geproduceerd door minder mensen. Mede dankzij de inspanningen de Nederlandse landbouwcommissaris Sicco Mansholt lukte het om dit op Europese schaal vorm te geven, en te komen tot een Europees landbouwbeleid. In de jaren zestig en zeventig kwamen de eerste reacties op dit beleid. In de jaren zeventig werd duidelijk dat intensivering van de veeteelt ook leidde tot intensivering van de bemesting, en dus van de mineralenuitspoeling. Dit kon niet goed zijn voor het milieu, maar net als bij het broeikas-effect, duurde het een paar jaar voordat de impact van het probleem werd begrepen.

Pas rond 1984 sloeg de waterleidingwereld alarm. Directe aanleiding was de oplopende nitraatconcentratie op pompstation Montferland, die de toen pas verlaagde drinkwater-norm (van 100 naar 50 mg/l) dicht begon te naderen. Er werd een werkgroep opgericht, die

---

Harry Boukes is werkzaam bij Brabant Water N.V., Postbus 1068, 5200 BC 's-Hertogenbosch, tel (073) 6838545, e-mail: [harry.boukes@brabantwater.nl](mailto:harry.boukes@brabantwater.nl).

we vanwege het snel gewenste resultaat tegenwoordig als Taskforce zouden aanduiden. In 1985 verscheen Mededeling 84 van Kiwa (Van Beek, e.a., 1984), waarin men inschatte dat rond de eeuwwisseling een kwart van de winningen op termijn te maken zou kunnen krijgen met een te hoge nitraatconcentratie. Die boodschap haalde haalde 's avonds zelfs het acht-uur-journaal.

### **Het nitraatonderzoek, Archemerberg**

Nu was de onderbouwing van die inschatting niet zo stevig. Om meer grip op de situatie te krijgen, werd er besloten binnen het onderzoeksprogramma van Kiwa extra energie te steken in het project Bescherming Waterwingebieden. Binnen dit verband werden drie locaties geselecteerd waarvoor nader in beeld zou worden gebracht hoe het nu echt zat met de nitraatproblematiek. In 1986 verscheen er een eerste voorspelling: voor pompstation Archemerberg was met behulp van het programma Konikov-Bredehoeft uitgerekend dat het wel mee zou vallen (Peters en Boukes, 1987). Het pompstation lag in een bosgebied, met aan de randen van het intrekgebied wat landbouw. Het al dan niet stijgen van de nitraatconcentratie werd in hoge mate bepaald door het aandeel landbouwgrond binnen het intrekgebied. Omdat de winning gesitueerd is in een stuwwal met bijbehorende heterogene bodemopbouw, is juist de bijdrage van die randgebieden aan het totale debiet amper te berekenen. Achteraf is mijn inschatting dat, mocht de voorspelling achteraf blijken te kloppen, dit vooral toeval is geweest.

Het destijds gebruikte programma zouden we tegenwoordig aanduiden als MOC-2D. Het werkte met nitraatconcentraties die gemiddeld werden over de hele hoogte van het watervoerend pakket.

### **Het nitraatonderzoek, Vierlingsbeek – 1987**

De exercitie Archemerberg was achteraf dus misschien niet zo sterk, maar wel nodig om een werkwijze in de vingers te krijgen voor een tweede casus: die van Vierlingsbeek. Waar we er bij Archemerberg van uit gingen dat er in het watervoerend pakket geen afbraak van nitraat zou optreden (achteraf blijkt ook hier deze aanname niet correct) was bij Vierlingsbeek nitraatafbraak onder invloed van pyriet ( $\text{FeS}_2$ ) evident. De bovenste 25 m van het –zeg maar– freatische pakket bevatte nitraat, en werd dus als pyrietloos aangemerkt. Onder de 25 m-mv was alle nitraat verdwenen en waren de sulfaatconcentraties verhoogd. Dit deel van het watervoerend pakket werd als pyriethoudend aangemerkt.

Hoe nu dit probleem aan te pakken in een tijdperk (1987) waarin er alleen nog 2-D programma's bestonden waarmee aan grondwaterkwaliteit kon worden gerekend? Ten eerste ben ik begonnen om me te beperken tot één stroombaan, die ik 2-D vertikaal beschouwde. Ten tweede had ik voldoende van Konikow en Bredehoeft geleerd om te besluiten mijn eigen programma te ontwikkelen, waarin in per element een afbraakcapaciteit kon worden gedefinieerd.

De resultaten werden onder enige tijdsdruk verkregen, omdat afgesproken was in 1987 een KIWA-Mededeling te doen verschijnen (Kiwa, 1987).

Het bleek dat de berekeningen met deze schematisatie niet kloppend te krijgen waren. Als op basis van het stromingsbeeld de berekende concentraties uitspoelend nitraat (beves-

tigd door meetresultaten) naar het pompstation stroomden, had de concentratie nitraat in het opgepompte water al veel hoger moeten zijn. Om de berekende waarden overeen te doen stemmen met metingen, moest er ook in de tot dan toe pyrietloos veronderstelde bovenlaag een hoeveelheid pyriet gemodelleerd worden. Een hoeveelheid in de orde van grootte van de detectielimiet van de tot dan toe gehanteerde methode zou voldoende zijn om de berekeningen kloppend te krijgen.

## **Een tweede poging: berekeningen 1989**

Daar hielden in 1987 mijn berekeningen op. Het was aan de toenmalige Rijks Geologische Dienst om vast te stellen in hoeverre de hypothese over de toch aanwezige pyriet juist was. In 1989 rapporteerde men dat er inderdaad plaatselijk pyriet kon worden aangetroffen in de bovenste helft van het watervoerend pakket, in de door mij veronderstelde concentraties (Schokking en Bisdom, 1989). Ik beleef dit nog steeds als één van mijn grootste overwinningen als modelleur: op basis van berekeningen wordt de conclusie getrokken dat de werkelijkheid afwijkt van wat altijd is verondersteld, waarna gerichte metingen die rekenresultaten bevestigen.

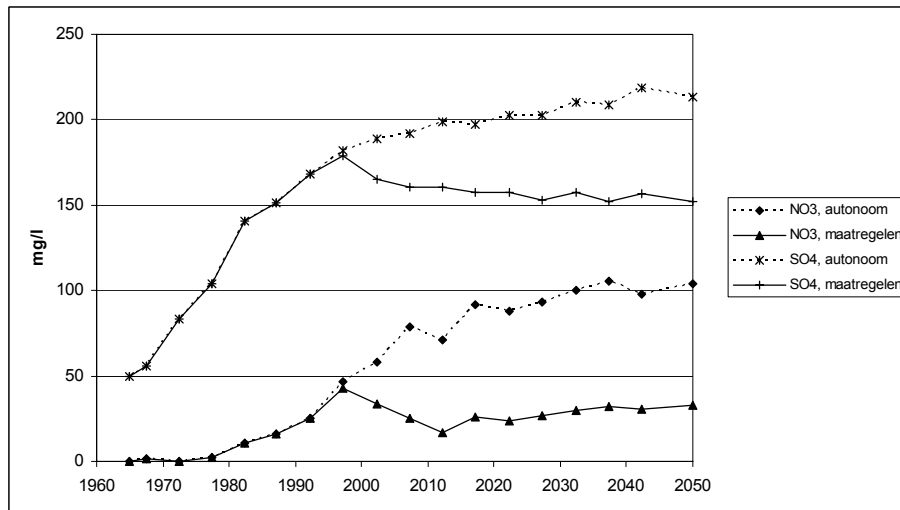
En dus werd het tijd voor een tweede rekenpoging om grip te krijgen op de verwachte nitraatconcentratie op pompstation Vierlingsbeek. Daar zat ook enig belang achter. Na 1984 was de nitraatproblematiek (Vermesting) op de politieke agenda gekomen. Boeren die voor 1984 nog bemoedigend werden toegeknikt als ze met de mestkar achter de tractor over het land reden (“Goed zo, jongen, daar groeit het gras van.”), werden een paar jaar later als milieu-crimineel nagewezen. De overheid begreep dat er moest worden ingegrepen, mede op basis van gemeten nitraatconcentraties, die verondersteld werden zich zonder afbraakprocessen naar de pompputten te verplaatsen. Zo had de provincie Noord-Brabant het voorneemen om een aantal kwetsbare winningen (waaronder Vierlingsbeek) bij provinciale verordening extra bescherming te bieden. Het plan was om alle bouwland binnen de beschermingszones te verbieden en uitsluitend grasland als landbouwkundige activiteit toe te staan.

Modelmatig had ik niet stil gezeten. Aan het 2-D model Vierlingsbeek was een derde dimensie toegevoegd, waarmee zowel nitraat als sulfaat in interactie kon worden doorgerekend op basis van mestscenario's en pyrietreductie. Kalibratie van het model gaf aan dat de nitraatconcentratie vrij goed kon worden berekend, maar dat de sulfaatconcentratie te hoog werd ingeschat. Waar in werkelijkheid de sulfaatconcentratie tussen 1965 en 1985 toenam van 50 naar 100 mg/l, berekende het model een toename tot bijna 140 mg/l. Dat werd in zoverre aanvaardbaar geacht, dat een mogelijke verklaring kon worden gevonden in sulfaatreductie in de diepste delen van het watervoerend pakket (al werd daarbij aangetekend dat dit nooit het hele verhaal kon zijn), en verder was de berekening gericht op nitraat.

Achteraf ben ik het niet eens met deze interpretatie van het kalibratieresultaat: feitelijk blijkt uit de sulfaatconcentratie dat de interactie tussen pyriet en nitraat niet goed gemodelleerd is. Dat is later ook bevestigd: een deel van het nitraat wordt immers onder invloed van organische stof afgebroken

Het resultaat van de voorspellingsberekeningen was dat bij voortdurende van de toenmalige meshoeveelheden de nitraatconcentratie rond de eeuwwisseling de norm van 50 mg/l zou overschrijden, en uiteindelijk rond 2050 zo'n 100 mg/l zal bedragen. De op dat moment voorgenomen mestbeperkende maatregelen zouden er toe leiden dat de nitraatconcentratie

tussen 1987 en 2000 door zou stijgen tot juist onder de 50 mg/l. Hierna zou een daling inzetten tot 20 mg/l in 2013, om uiteindelijk rond 2050 op 30 mg/l uit te komen (Boukes, 1989) (zie figuur 1).



Figuur 1: Resultaten nitraat- en sulfaatvoorspelling 1989.

Het was voor het eerst dat op pompstationschaal de potentie van nitraatafbraak rekenkundig werd benaderd. De resultaten waren een belangrijke bouwsteen voor het besluit van de provincie om het bouwlandverbod rond pompstations niet door te zetten, maar wel over te gaan tot een versneld scenario voor mestbeperkende maatregelen rond deze pompstations.

### De derde fase: berekeningen 1995

Pas in 1994 werden de berekeningen Vierlingsbeek opnieuw ter hand genomen. Directe aanleiding was de vraag of het provinciaal beleid van de jaren daarvoor veel effect gehad had, maar die gelegenheid werd gelijk maar aangegrepen om de modellering opnieuw te verbeteren. Behalve pyrietreductie werd nu ook denitrificatie onder invloed van organische stof in het model ingebracht, alsmede zuurbuffering door calciumcarbonaat. Met die eerste toevoeging werd beoogd om ook voor sulfaat een betrouwbare voorspelling te kunnen doen, met de tweede om de concentraties calcium en waterstofcarbonaat als kalibreerbare parameters mee te kunnen nemen. De chemische modellering was verder uiterst eenvoudig: geen adsorptie, geen dispersie, maar aangezien het watervoerend pakket opgedeeld was in zeven sublagen met afzonderlijke k-waarden, werd dat laatste niet als probleem gezien.

De voorspellingen van de waterkwaliteit luidde destijds (Boukes, e.a., 1996):

- nitraat zou oplopen tot circa 22 mg/l, en rond de eeuwwisseling beginnen te dalen tot circa 7 mg/l in 2015, om rond 2050 op circa 10 mg/l uit te komen;
- sulfaat zou oplopen tot circa 150 mg/l rond de eeuwwisseling, en daarna dalen tot circa 90 mg/l in 2050;
- calcium zou oplopen tot circa 45 mg/l rond de eeuwwisseling, en daarna dalen tot circa 30 mg/l in 2050;

- waterstofcarbonaat zou gestaag oplopen tot circa 33 mg/l in 2000 en 50 mg/l in 2050;
- kooldioxide zou stabiliseren op 80 mg/l.

De berekeningen zijn gekalibreerd op metingen tot en met 1993, daarna begint de voorspelling. Eind 2006 is er voldoende tijd om eens terug te kijken in wat er terecht gekomen is van wat er toen voorspeld is, en wat we van afwijkingen kunnen leren.

## **Modeltechniek**

Het hydrologisch model wat aan de berekeningen ten grondslag lag, was voor die tijd redelijk geavanceerd. Het watervoerend pakket was opgedeeld in zeven lagen, wat vooral chemisch nodig was. Het gaf wel de mogelijkheid om de beter doorlatende sublagen te modelleren, zodat er net als in het echt ook race-lagen in het model zaten. De afzonderlijke k-waarden waren uiteraard niet kalibreerbaar, de kD-waarde wel. Conform de stand van de techniek van die tijd, is de kalibratie handmatig uitgevoerd. Het model was stationair. In de jaren zestig was de onttrekking echter substantieel lager was dan in de jaren tachtig, wat inhoudt dat het simuleren van die eerste periode op voorhand al afwijkingen van de werkelijkheid bevat. Als het nu gebouwd zou moeten worden, zouden met moderne technieken verbeteringen mogelijk zijn.

De chemische modellering was grof, maar dat was zowel de kracht als de zwakte. Een grove modellering betekent dat veel invloeden buiten gesloten worden, maar ik heb de indruk dat de hoofdlijnen wel in het model zitten. Eenvoud in de modellering betekent dat de modelleur grip op het resultaat blijft houden, het verhaal achter de uitkomst blijft begrijpen. Geavanceerdere modellen zijn geen voordeel als de parameterisatie van de extra processen giswerk is.

Bedacht moet worden dat voorafgaand aan het invullen van de parameterwaarden al een hoop modelwerk heeft plaats gevonden. Geen boer heeft in de jaren zeventig, tachtig bijgehouden hoeveel mest hij gebruikte. Aan de hand van CBS-cijfers zijn op gemeente-niveau schattingen per landgebruik gemaakt. Voor de samenstelling van de mest zijn gemiddelde waarden aangehouden, soms vindt in de onverzadigde zone al denitrificatie plaats, soms niet. De uitspoelingscijfers die als invoer dienen, zijn in feite zelf al een modelresultaat, die aan de hand van gemeten concentraties in het bovenste grondwater min of meer gekalibreerd konden worden. Als op de invoer al zoveel onzekerheid zit, hoe belangrijk is een gedetailleerde procesmodellering dan?

## **Scenario-formulering**

Nog moeilijker dan de reconstructie van het verleden, is de constructie van de toekomst. Hoe gaan we in de toekomst om met de winning, met de mest? Blijven alle processen op een gelijke manier doorgaan? Het meest simpel is het om aan te nemen dat alles hetzelfde blijft, en dan één aspect tegelijk te gaan veranderen.

Voor Vierlingsbeek is het totaal onttrokken debiet wel ongeveer gelijk gebleven, maar de verdeling van de pompputten is gewijzigd. Putten met verhoogde concentraties sulfaat en nikkel worden zo weinig mogelijk ingezet. De kans is groot dat ook het intrekgebied verschoven is, in ieder geval is de concentratie van het ruwwater bewust beïnvloed.

Hetzelfde geldt voor de nitraatbelasting van het grondwater: het beleid hierover moest zelfs in 1995 nog deels worden ingevuld, ook is niet duidelijk in welke mate ook daadwerkelijk volgens (het maximum-scenario van) dit beleid hebben bemest. Ook is aangenomen dat het landgebruik niet verandert.

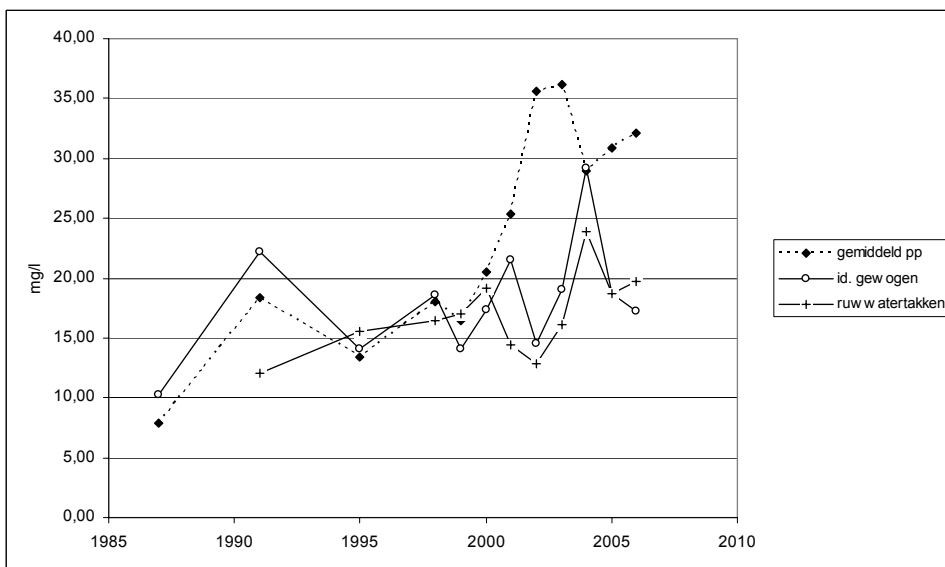
Omdat het CBS dergelijke gegevens per gemeente verzamelt, maken gemeentelijke herindelingen een adequate toetsing van aannamen lastig. Voor dit artikel is verder niet nagegaan in hoeverre de praktijk van de afgelopen jaren in overeenstemming was met één van de geformuleerde scenario's, de evaluatie vindt plaats aan de hand van het toenmalig meest waarschijnlijk geachte scenario.

## **Bepaling van de gemeten concentraties**

De bepaling van de concentratie van het onttrokken water lijkt een eenvoudige klus: je neemt een monster van het opgepompte ruwwater, en je analyseert dat. Het blijkt echter dat de kwaliteit van de pompputten onderling sterk verschilt. De kwaliteit van het ruwwater op een bepaald moment is sterk afhankelijk van de vraag welke putten op dat moment aan staan en welke niet. De kwaliteit van de afzonderlijke pompputten blijkt in de tijd niet erg veel te fluctueren. Om toch tot een soort van jaargemiddelde waarde te komen, is besloten om de kwaliteit van het ruwwater te reconstrueren aan de hand van de chemische samenstelling per pompput (die eens per jaar wordt bepaald), en een naar jaardebiet gewogen gemiddelde te nemen.

Dat is dan nog niet helemaal een eerlijke waarde: de beheerder van het pompstation blijkt de samenstelling van het opgepompte ruwwater te beïnvloeden door de putten met de hoogste concentraties het liefst te mijden. In figuur 2 is voor de gemeten concentraties duidelijk te zien hoe vooral vanaf 2002 het gewogen gemiddelde ruim onder het ongewogen pompputgemiddelde blijft: de pompputten met de hoogste concentraties worden gemeden. De concentraties in het ruwwater (per jaar vier bemonsteringen van elk van de drie ruwwaterakken) bevestigen de orde van grootte van het gewogen gemiddelde. Die sturing had ik natuurlijk niet in mijn model zitten, omdat daar in 1995 nog geen sprake van was. Daarom zullen bij de vergelijking van voorspelling met gemeten waarden beide gemiddelden worden beschouwd.

Bovendien is de afgelopen jaren de gewonnen hoeveelheid gedaald van circa 3 naar 2 miljoen m<sup>3</sup>/jaar.

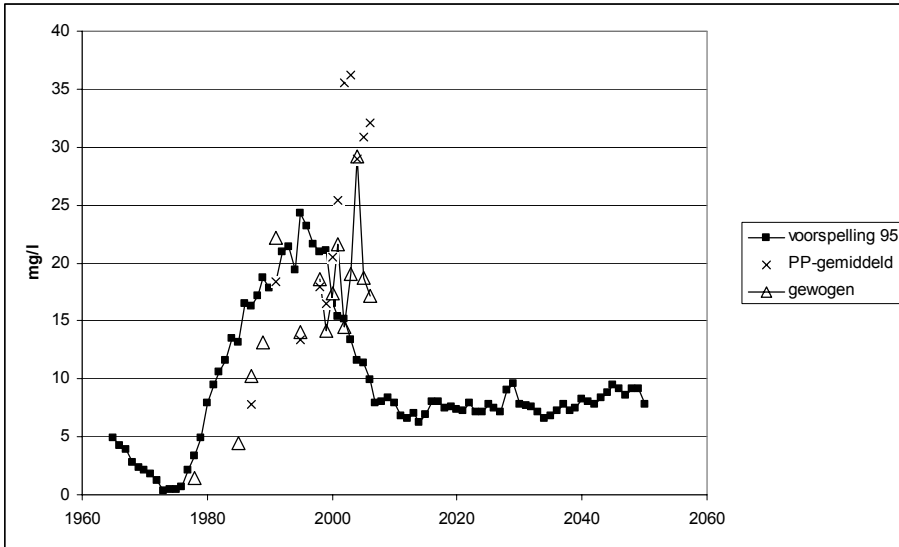


**Figuur 2:** Gemeten nitraatconcentratie pultenveld Vierlingsbeek.

## Nitraat

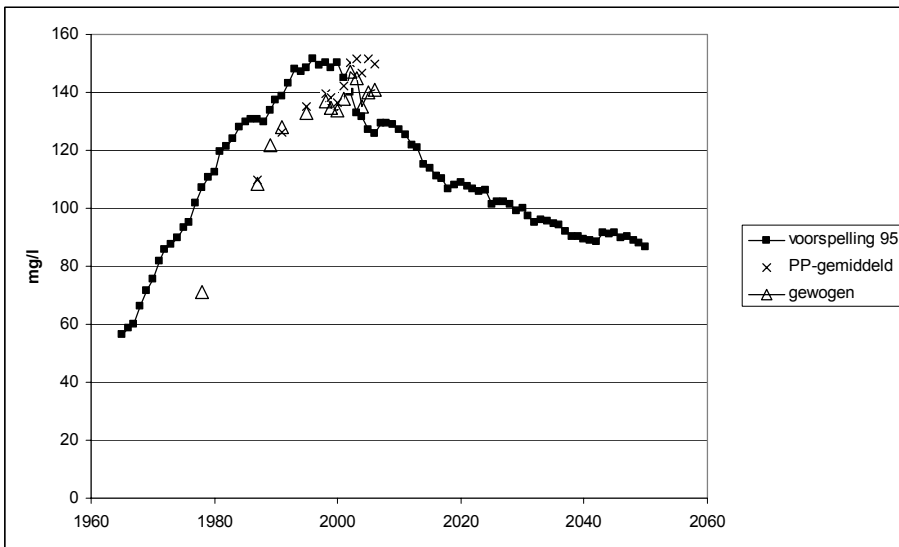
De vergelijking tussen voorspelde en gemeten nitraatconcentraties is weergegeven in figuur 3. Het blijkt toch nog vrij lastig om een eenduidige interpretatie te geven. Ten eerste lijkt de voorspelde nitraatconcentratie qua orde van grootte vrij goed overeen te komen met wat er de afgelopen jaren gemeten is. Aan de andere kant gaf de voorspelling aan dat de concentratie tot aan het eind van de negentiger jaren zou oplopen, maar daarna zou gaan dalen, omdat op het pompstation dan de effecten van de mestbeperking zouden doorwerken. Die daling wordt echter niet waargenomen. Sowieso lijkt ook de stijging in werkelijkheid langzamer te zijn verlopen dan de voorspelling aangaf. Ook moet worden opgemerkt dat de gemeten concentraties tot stand zijn gekomen onder een regime waarbij de hogere concentraties worden gemeden. Met het regime zoals dat in het model zat, zouden de gemeten waarden hoger uitgevallen zijn, meer in de richting van het pompputgemiddelde.

In het licht van het beeld dat in de jaren tachtig bestond, was de op dat moment verrassende uitkomst correct dat de nitraatnorm van 50 mg/l niet zou worden overschreden. Het is nog niet helemaal zeker wat de nitraatconcentratie nu eigenlijk echt doet, maar zeker na beschouwing van figuur 2 is duidelijk dat de in 1994 voorspelde daling na de eeuwwisseling niet opgetreden is. De concentratie bedraagt in 2006 ongeveer 20 mg/l, en niet de voorspelde 10 mg/l.



**Figuur 3:** Voorspelde en gemeten nitraatconcentraties Vierlingsbeek.

### Sulfaat

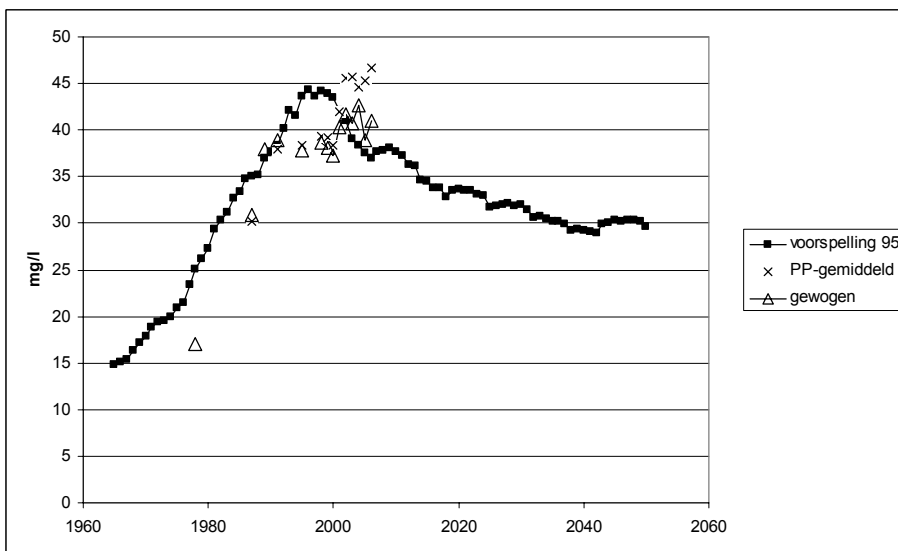


**Figuur 4:** Voorspelde en gemeten sulfaatconcentraties Vierlingsbeek.

Weliswaar iets later dan voorspeld, beweegt de sulfaatconcentratie zich rond de drinkwaternorm van 150 mg/l. De voorziene daling wordt nog niet waargenomen.



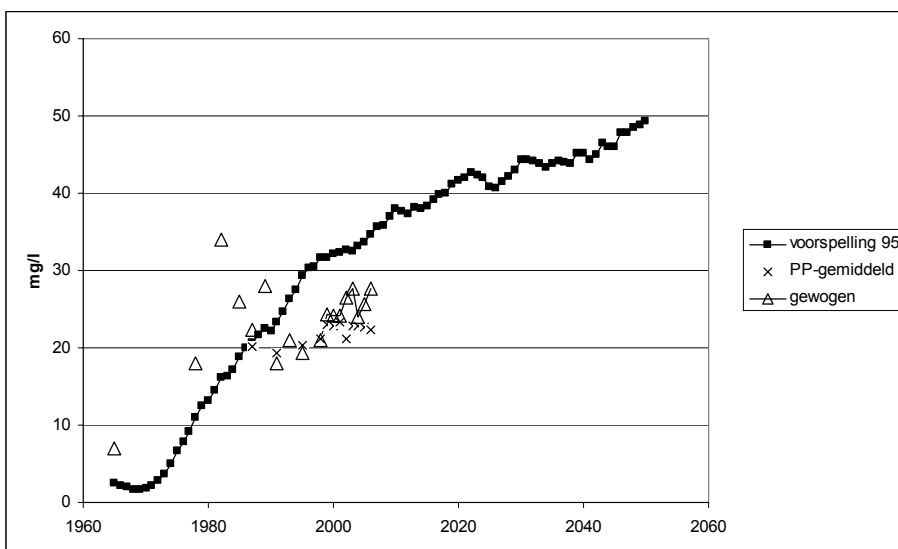
## Calcium



**Figuur 5:** Voorspelde en gemeten calciumconcentratie Vierlingsbeek.

Voor calcium geldt ongeveer hetzelfde als voor sulfaat: De laatste jaren lijkt de concentratie zich te stabiliseren op het niveau zoals dat in 1994 is voorspeld, maar in 2005 had zich al een daling moeten inzetten. Deze daling wordt nog niet waargenomen.

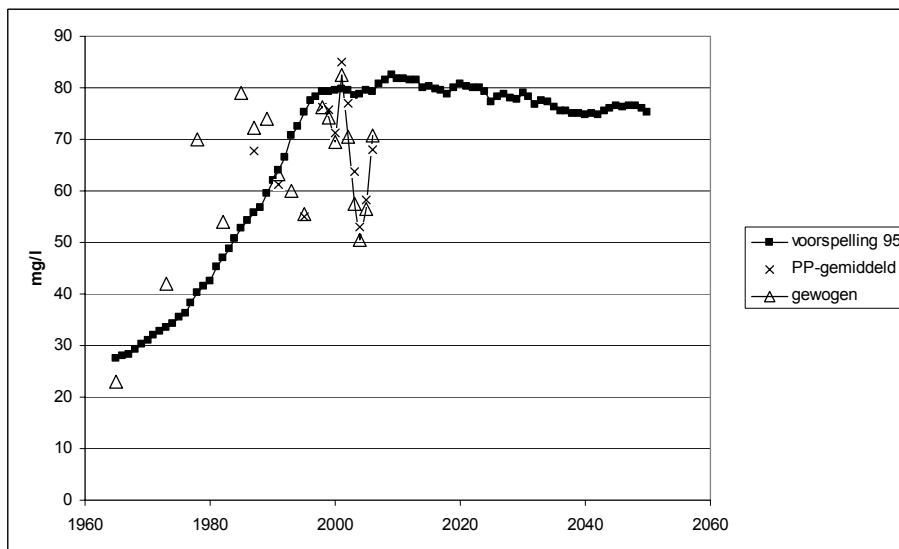
## Waterstofcarbonaat



**Figuur 6:** Voorspelde en gemeten waterstofcarbonaatconcentratie Vierlingsbeek.

Met waarden rond de 23 mg/l is de concentratie lager dan de 35 mg/l die voor dit moment voorspeld werd. Er is ook geen sprake van oplopen. Wanneer we echter alleen de waarden van na 1990 beschouwen, is er wel degelijk sprake van een geleidelijk oplopende concentratie, echter op een lager niveau dan voorspeld.

## Kooldioxide



Figuur 7: Voorspelde en gemeten kooldioxideconcentratie Vierlingsbeek.

De concentratie wordt rekenkundig bepaald, en is vanwege de lage pH tamelijk onnauwkeurig. De waarden springen waarschijnlijk daardoor nogal heen en weer, en lijken eerder rond de 70 mg/l te zitten dan rond de voorspelde 80 mg/l.

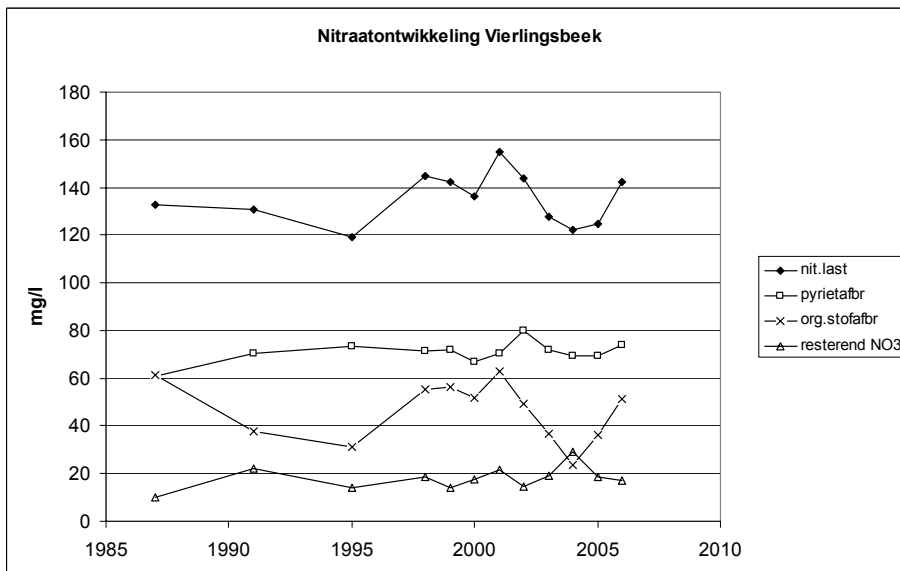
## Wat zegt dit ons?

De voorspelling van 1994 was niet helemaal goed, maar valt ook zeker niet door de mand. De ordes van grootte van de voorspelde parameters blijken eigenlijk wel erg goed, zeker in het perspectief van de grofheid van modelleren. De nitraatconcentratie blijkt vrij goed overeen te komen met de voorspelling, al blijft het de vraag hoe deze zich ontwikkeld zou hebben als er minder op de kwaliteit van de putten geschakeld zou zijn.

De voorspelling dat de concentraties nitraat, sulfaat en calcium zich in de negentiger jaren zouden stabiliseren is uitgekomen. De voorspelling dat deze concentraties na de eeuwwisseling zouden gaan dalen, wordt (nog?) niet waargenomen. In de voorspelling worden waterstofcarbonaat en kooldioxide wat overschat.

Om te verkennen op in welke richting verklaringen van afwijkingen gezocht moeten worden, wil ik graag terug komen op het begrip nitraatlast, zoals ik dat in 1997 in Stromingen geïntroduceerd heb (Boukes, 1997). Deze rekenparameter brengt een aantal parameters

onder één noemer in de verhoudingen waarbij ze bij denitrificerende en zuurbufferende processen betrokken zijn. Uiteraard weet ikzelf ook wel dat deze parameters bij meer processen betrokken zijn, maar als modelparameter geeft het wel een inschatting of een veranderende concentratie het gevolg is van andere belastingen of van veranderende processen.



**Figuur 8:** Nitraat en nitraatprocessen op pompstation Vierlingsbeek.

Deze exercitie levert aardige informatie op: in het onttrokken water is nog geen signaal van een afnemende mestbelasting zichtbaar. Het niveau ligt al een aantal jaren stabiel rond de circa 140 mg/l fictief oorspronkelijk nitraat. Omdat het mij op dit moment ontbreekt aan gedetailleerde gegevens over lokaal toegepaste mesthoeveelheden, kan ik niet zeggen of deze mestafname daadwerkelijk niet is opgetreden of dat de traagheid van het bodemsysteem ons nog altijd confronteert met de restanten van de mest uit de jaren tachtig. Ook sluit ik niet uit dat we te maken hebben met retardatie als gevolg van adsorptieprocessen. Dit proces is niet in het model opgenomen.

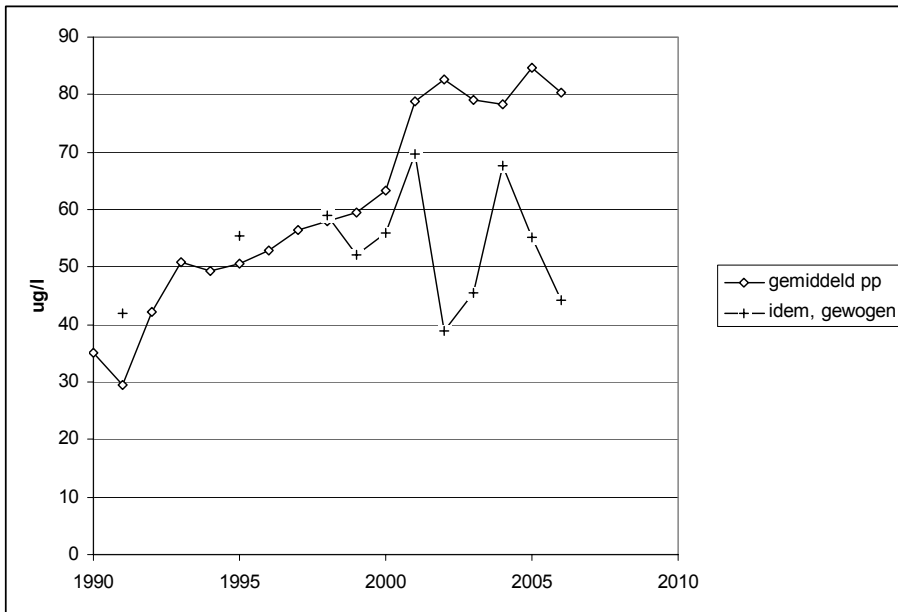
De rekenmethode geeft ook een schatting van de omvang van de denitrificerende processen: nitraat kan zowel met behulp van pyriet als van organische stof worden afgebroken. Uit deze berekening blijkt dat de denitrificatie onder invloed van pyriet opvallend constant is, en die onder invloed van organische stof behoorlijk fluctueert. Mogelijk is dit laatste een gevolg van minder nauwkeurige bepalingen van waterstofcarbonaat en kooldioxide.

Vooraf die constante pyrietactiviteit verbaast: de inschatting was het pyriet de komende decennia verbruikt zou worden en zo steeds minder invloed op de kwaliteit van het onttrokken water zou hebben. In dat geval zou het nog volop aanwezige organische stof in de bodem de denitrificatie overnemen, dachten we. In het model werd daarom voorspeld dat de concentratie waterstofcarbonaat zou stijgen en bijvoorbeeld de sulfaatconcentratie zou afnemen. Uit deze evaluatie blijkt nu dus dat de invloed van het pyriet vooralsnog niet afneemt.

## Het grootste mestprobleem: nikkel

In het licht hiervan lijkt het een goed moment om even in te gaan op het feitelijke mestprobleem van Vierlingsbeek: nikkel. Inmiddels is wel duidelijk dat bij de afbraak van pyriet ook zware metalen vrijkomen, waaronder nikkel. Bij een drinkwaternorm van 20 µg/l, zijn de concentraties afgelopen jaren opgelopen tot circa 80 µg/l. Het lijkt er nu op dat de concentratie op dit niveau stabiliseert.

De laatste jaren wordt er bewust gestuurd op de nikkelconcentratie door de putten met de hoogste concentraties relatief minder in te zetten.



Figuur 9: Ontwikkeling nikkelconcentratie Vierlingsbeek.

Nu is het ontstaan en al dan niet in oplossing blijven van nikkel een problematiek die minstens één orde van grootte gedetailleerder is dan de hierboven geëvalueerde modelleringen. Gezien de omstandigheden dat de nitraatlast nog niet daalt, en de invloed van pyriet eerder toeneemt dan daalt, lijkt een substantiële daling van de nikkelconcentratie de komende jaren nog niet te verwachten.

## Conclusies

De voorspellingsberekeningen van 1989 en 1994 waren alles bij elkaar zo gek nog niet. Zeker in het kader van de toen geldende beeld ten aanzien van nitraat, leverden ze belangrijke nieuwe informatie die onze verwachtingen ten aanzien van de problematiek substantieel heeft doen veranderen. Ondanks alle beperkingen (misschien ook wel juist dankzij) bieden ze in 2007 nog steeds een kader om grip te krijgen op ontwikkelingen in de waterkwaliteit.

Het ontbreekt mij op dit moment aan gegevens om dieper op de oorzaak in te gaan. Zo is het best mogelijk dat de mesthoeveelheden niet zo sterk zijn afgenomen als in de (beleidsmatige) bemestingsscenario's is voorgeschreven. Ook is er invloed van wisselingen in het onttrekkingsregime, die in dit verband niet gekwantificeerd is.

Het is de vraag of er ooit nog een uitgebreidere evaluatie komt. Inmiddels loopt er een MER, waarbij verkend wordt op welke manier de winning van Vierlingsbeek het beste verplaatst kan worden naar een andere locatie binnen de provincie.

## Literatuur

- Beek, C.G.E.M. van (1984)** (red) Nitraat en drinkwatervoorziening; Kiwa –Mededeling 84.
- Boukes, H. (1989)** De voorspelling van nitraat- en sulfaatconcentraties voor pompstation Vierlingsbeek; Kiwa SWE-89.021.
- Boukes, H., C.A. van Bennekom en J.G.H. Philips (1996)** Overbemesting en drinkwater, geen nitraatprobleem, in: *H<sub>2</sub>O*, jrg 29, nr 11, pag 314–317.
- Boukes, H. (1997)** Grondwaterchemie en mest: kan het niet wat simpeler?; in: *Stromingen*, jrg 3, nr 1, pag 31–42.
- Kiwa (1987)** Landbouw en drinkwatervoorziening, met name hoofdstuk 7: Boukes, H., Voorspellingen van de grondwaterkwaliteit; Kiwa-Mededeling 99.
- Peters, J.H. en H. Boukes (1987)** Hoeveel nitraat is nog 'onderweg?'; in: *H<sub>2</sub>O*, jrg 20, nr. 14, pag 322–325.
- Schokking, F. en E.B.A. Bisdom (1989)** Pyrietonderzoek ten behoeve van de nitraatproblematiek bij het pompstation Vierlingsbeek; RGD Rapport 10744.