



Hella Pomarius, Waterschap Rivierenland
Danneke Verhagen, Nelen & Schuurmans

Monitoren én modelleren van bestrijdingsmiddelen in de Bommelerwaard

In de Bommelerwaard zijn plannen in voorbereiding voor uitbreiding van de glastuinbouw. Deze uitbreiding heeft invloed op de concentraties van bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater. Met een gedetailleerde modellering hebben Waterschap Rivierenland en Nelen & Schuurmans de effecten in beeld gebracht. Hoewel het model vanwege beperkte invoergegevens niet gekalibreerd kon worden, beschikt het waterschap nu wel over een instrument dat voldoende plausible resultaten oplevert om een inschatting te maken van mogelijke toekomstige normoverschrijdingen.

Naast de waterkwaliteit in de Bommelerwaard zelf beïnvloeden de bestrijdingsmiddelen de kwaliteit van het uitgemalen water. Dit stroomt naar de Afgedamde Maas, die een drinkwaterfunctie heeft¹⁾.

Het Waterschap Rivierenland meet in het gebied regelmatig normoverschrijdingen van het MTR en de drinkwaternorm van diverse bestrijdingsmiddelen die onder andere afkomstig zijn uit de glastuinbouw. Het waterschap wil in beeld brengen of de uitbreiding van de glastuinbouw leidt tot

meer en/of hogere overschrijdingen van MTR en drinkwaternorm. Hiervoor is een monitoringsprogramma opgesteld. Het resultaat ervan bood echter onvoldoende basis om de effecten van uitbreiding van de glastuinbouw te beoordelen. Aanvullend op deze monitoring is daarom een modelstudie uitgevoerd om het effect van verschillende uitbreidingsscenario's door te rekenen. Bij de modellering is ervan uit gegaan dat de uitbreiding van de glastuinbouw plaatsvindt bovenop het bestaande areaal glastuinbouw. De modelstudie richtte zich op de uitbreiding van de chrysantenteelt. Vooral deze grondge-

bonden teelt emiteert bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater.

Modelopzet

Bij het opzetten van het waterkwaliteitsmodel is gebruik gemaakt van een model-instrumentarium waarin meerdere hydrologische modellen zijn gecombineerd: MODFLOW, SWAP en SOBEK (RR, CF en WQ²⁾). Om de effecten van de uitbreiding van de glastuinbouw op de waterkwaliteit te berekenen, is het bestaande modelinstrumentarium uitgebreid voor vier bestrijdingsmiddelen (carbofuran, imidacloprid, etridiazool en tolclofos-methyl). Gekozen is voor deze vier bestrijdingsmiddelen, omdat ze (bijna) alleen in de chrysantenteelt worden toegepast, voor deze bestrijdingsmiddelen emissiegegevens beschikbaar zijn als invoer voor het model, validatie mogelijk is omdat de concentraties ervan op diverse meetlocaties frequent boven de detectiegrens uitkomen én de bestrijdingsmiddelen verschillende afbraaksnelheden hebben: van snel (etridiazool) tot langzaam afbrekend (imidacloprid).

In het waterkwaliteitsmodel zijn transport (verdunding), afbraak en adsorptie aan zwevend organisch materiaal en bezinking gemodelleerd. De parameters en coëfficiënten die voor deze waterkwaliteitsprocessen nodig zijn, zijn afgeleid uit de literatuur³⁾. Vervluchting is niet gemodelleerd, omdat van te voren is ingeschat dat deze vanuit het oppervlaktewater nihil is.

Naast een juiste modellering van de processen is het ook belangrijk dat de

Eén van de drie gemalen in de Bommelerwaard.

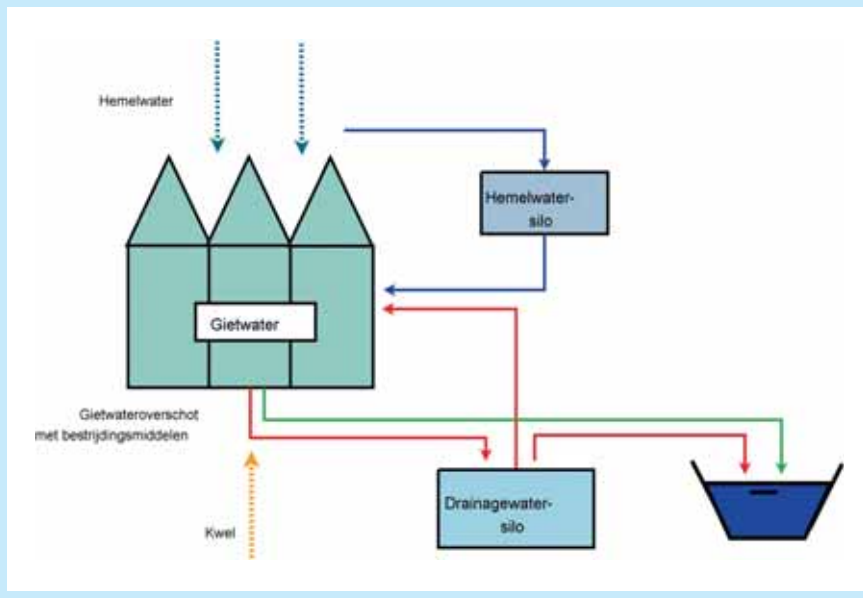


Emissie vanuit de chrysantenteelt

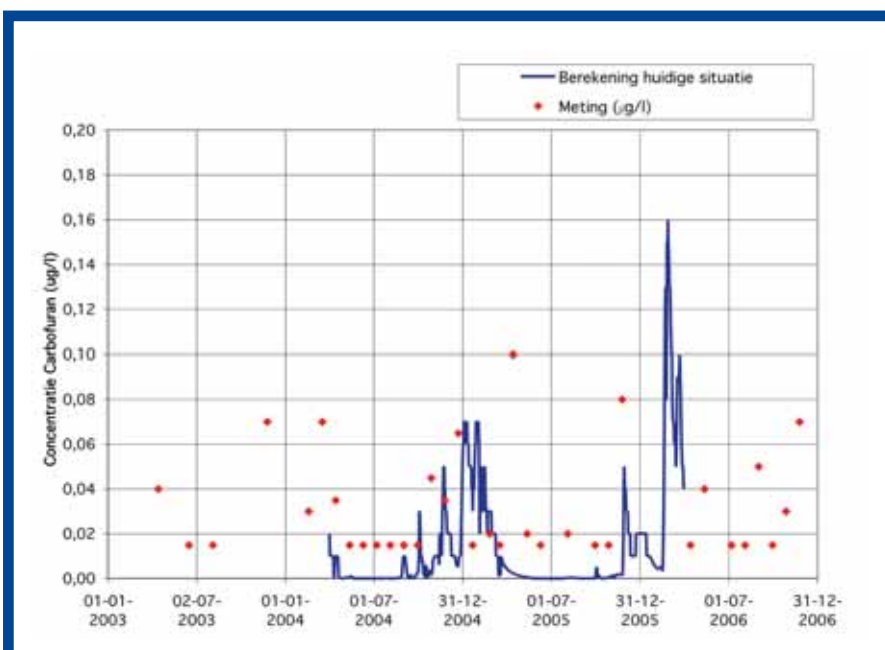
De bestrijdingsmiddelen komen met het overtollige gietwater via de drainage tot afstroming (zie afbeelding 1). Het drainagewater bestaat naast het gietwateroverschot ook uit kwelwater en wordt via drains afgevoerd naar het oppervlaktewater. Een deel van de chrysantenteeltbedrijven heeft een drainagewatersilo waarin het drainwater wordt opgevangen en deels gerecirculeerd als gietwater. In gebieden met veel kwel storten de drainagewatersilo's vaak over en is de emissie met bestrijdingsmiddelen hoog. In gebieden met wegzijging kan veel drainagewater worden gerecirculeerd en is de emissie laag. Vanwege de aanwezigheid van zandbanen en de invloed van de rivieren komen in de Bommelerwaard lokaal grote verschillen voor in kwel en wegzijging en daardoor ook grote verschillen in emissies.

In de literatuur en bij onderzoeksinstituten zijn geen emissiegegevens voor de bestrijdingsmiddelen vanuit de chrysantenteelt beschikbaar. Het waterschap heeft daarom een inschatting gemaakt van de emissies op basis van een jaarrond debiet- en concentratiemeting bij één chrysantenbedrijf, waarbij door een aantal aannames is geëxtrapoleerd naar andere chrysantenbedrijven. Er zijn waterbalansen opgesteld voor verschillende chrysantenteeltbedrijven, waarbij rekening is gehouden met de hoeveelheid kwel en het gebruik van drainagewatersilo's. Per locatie en bedrijf kon zo een gemiddeld debiet drainagewater en daardoor een gemiddelde emissie van bestrijdingsmiddelen worden geschat.

Afb. 1: Waterstromen binnen een kas met en zonder drainagewatersilo.



Afb. 2: Concentratie carboruran, berekend en gemeten bij gemaal HC de Jongh. Het MTR bedraagt 0,91 µg/l en de detectiegrens 0,015 µg/l.



emissie vanuit de verschillende bronnen goed in het model is opgenomen. Voor de vier bestrijdingsmiddelen zijn drie bronnen van belang: chrysantenteelt, fruitteelt (alleen imidacloprid) en inlaatwater. Voor elke bron is de emissie bepaald. De concentratie van het inlaatwater is gezet op 0 mg/l, omdat de gemodelleerde bestrijdingsmiddelen niet boven de detectiegrens zijn aangetroffen in het inlaatwater vanuit de Maas⁴⁾. De emissie vanuit de fruitteelt is afgeleid van literatuurwaarden^{5),6)}. De emissie vanuit de glastuinbouw is in de Bommelerwaard afkomstig van de grondgebonden chrysantenteelt. Vanwege gebrek aan meetgegevens is voor de modelinvoer een inschatting gedaan (zie kader). De gemodelleerde emissie vanuit de chrysantenteelt is afhankelijk van de kwelhoeveelheid en de bedrijfsvoering.

Om de effecten van de uitbreiding van de glastuinbouw (chrysantenteelt) in beeld te brengen, is een hoog ruimtelijk detailniveau noodzakelijk. Daarom is gekozen om alle hoofdwatergangen in het model op te nemen, te werken met kleine neerslagafvoergebieden en alle kassen te laten afwateren op één van de 300 neerslagafvoergebieden. Met het model zijn de hydrologische jaren 2004 en 2005 doorgerekend.

Validatie en betrouwbaarheid

De vergelijking van het model met monitoringgegevens gaf aanleiding om de emissies vanuit de chrysantenteelt voor drie van de vier bestrijdingsmiddelen bij te stellen. Die bleken sterk onderschat.

Na bijstelling van de emissies bestond voldoende vertrouwen in het model en de modelresultaten. Het model leverde plausibele resultaten. Bij de gemalen komt de orde van grootte van de berekende concentraties het hele jaar overeen met de gemeten concentraties. Daarnaast berekent het model ook de seizoensfluctuatie goed met hoge concentraties in de winter en lagere concentraties in de zomer (afbeelding 2). In het achterliggende gebied, dicht bij de glastuinbouwbedrijven, zijn de afwijkingen tussen gemeten en berekende concentraties groter dan bij de uitgemalen. Een oorzaak hiervan is dat globale aannames zijn gebruikt voor onder meer de emissies vanuit de glastuinbouw en de procescoëfficiënten. In de praktijk kunnen bedrijfsvoering en/of lokale omstandigheden de concentraties lokaal beïnvloeden. Bij de gemalen is de situatie meer gemiddeld.

Vanwege de ontbrekende emissiegegevens is het niet mogelijk om het model verder te kalibreren. Het absolute effect van de uitbreiding van de glastuinbouw is daarmee ook (nog) niet in te schatten. De modelresultaten zijn echter voldoende plausibel - ondanks het aantal aannames van de emissies - om scenario's relatief met elkaar te vergelijken. Omdat de concentraties van de bestrijdingsmiddelen in de huidige situatie zijn gemeten en de relatieve verandering met het model kan worden berekend, is het daarnaast mogelijk om de effecten op normoverschrijdingen betrouwbaar te voorspellen.

Scenario's en resultaten

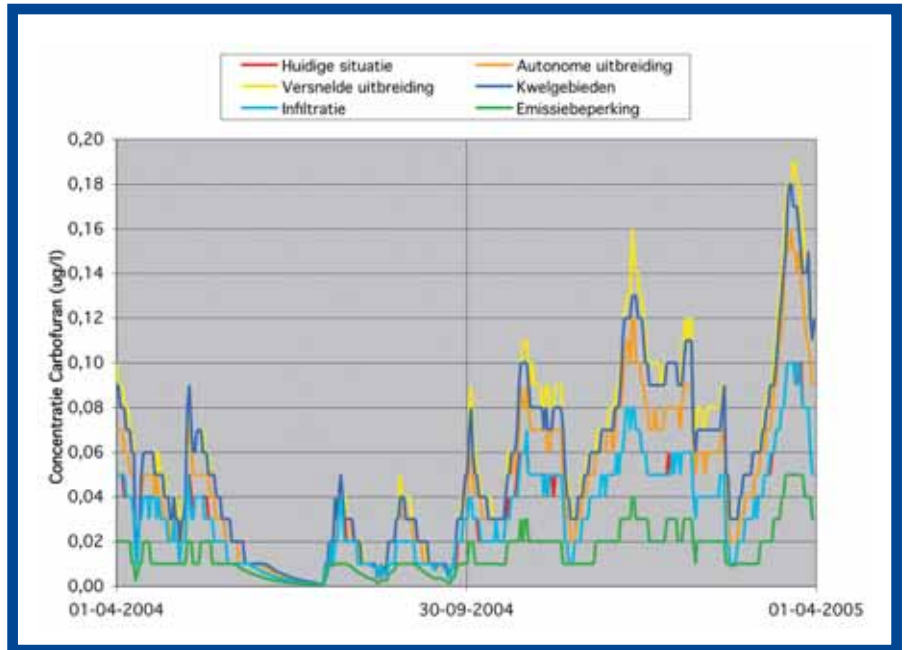
Om inzicht te krijgen in de effecten van een extra uitbreiding van het glastuinbouw-areaal op de concentratie bestrijdingsmiddelen zijn diverse scenario's doorgerkend. Deze hadden betrekking op de snelheid/mate van uitbreiding (variatie in aantal hectare uitbreiding per jaar), de locatie van uitbreiding (kwel- of infiltratiegebied) én de bedrijfsvoering (emissiebeperkende maatregelen, zoals meer recirculatie van drainagewater).

Afbeelding 3 geeft het modelresultaat weer voor het bestrijdingsmiddel carbofuran bij een gemaal (Van Dam Van Brakel). In de figuur is te zien dat extra uitbreiding van de glastuinbouw (oranje en gele lijn) leidt tot een hogere concentratie van carbofuran in het oppervlaktewater. Hoe groter de uitbreiding, des te hoger de concentratie. Wanneer de uitbreiding van de glastuinbouw in de kwelgebieden plaatsvindt (donkerblauwe lijn), wordt een grote toename van de concentratie verwacht. Eenzelfde uitbreiding in infiltratiegebieden (lichtblauwe lijn) verhoogt de concentratie nauwelijks ten opzichte van de huidige situatie. Emissiebeperkende maatregelen in alle glastuinbouwbedrijven (meer recirculatie van drainagewater) leiden ook bij uitbreiding tot een aanzienlijk lagere concentratie (groene lijn) dan in de huidige situatie.

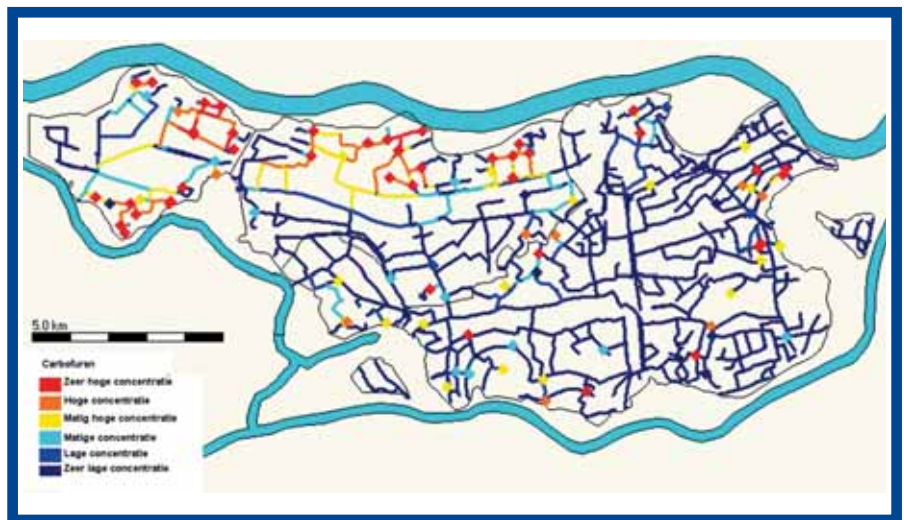
Het model geeft ook inzicht in de ruimtelijke effecten van de uitbreiding. In de huidige situatie is de invloed van de chrysantenteelt in het oosten van de Bommelerwaard geringer dan in het westen (zie afbeelding 4). In het oosten liggen de glastuinbouwbedrijven in infiltratiegebieden, waardoor de emissie geringer is dan in het westen, waar de bedrijven in een kwelgebied liggen (zie kader). Daarnaast wordt het oostelijk deel meer doorgespoeld met inlaatwater vanuit de Maas, waardoor verdunning van de emissies optreedt.

Bij de (versnelde) uitbreiding van de glastuinbouw nemen de concentraties van carbofuran in het westelijke deel van de Bommelerwaard in bijna alle hoofdwatergangen sterk toe (zie afbeelding 5). Door verdunning met inlaatwater neemt de toename van de concentratie in het oostelijk deel van de Bommelerwaard met de afstand tot de kassen snel af. Afbeelding 6 toont aan dat de emissiebeperkende maatregelen ook ruimtelijk gezien een groot positief effect hebben op de waterkwaliteit. In het hele gebied nemen de concentraties van carbofuran sterk af.

De relatieve verandering van de concentraties bij de berekende scenario's is voor de andere drie bestrijdingsmiddelen vergelijkbaar. Het aandeel van het bestrijdingsmiddel dat afbreekt in de Bommelerwaard en dat niet op de Afdgedamde Maas (drinkwaterfunctie) loost, is echter wel verschillend per middel. Dit komt doordat de afbraak en het gedrag van de vier stoffen verschillend is. Tussen de 15 en 85 procent van het bestrijdingsmiddel wordt in de Bommelerwaard afgebroken. Dit percentage is afhankelijk van

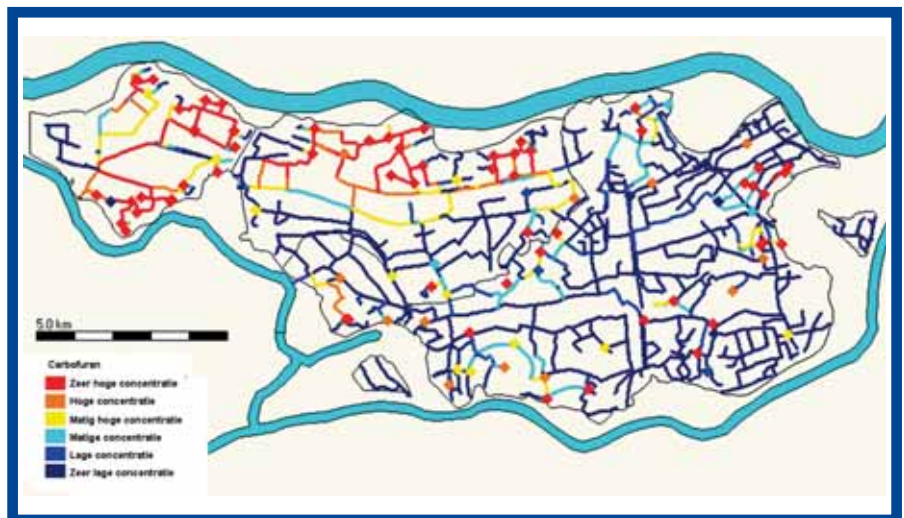


Afb. 3: Resultaat scenarioberekeningen van carbofuran bij gemaal Van Dam van Brakel in 2004. Bij de scenario's 'autonome uitbreiding' en 'versnelde uitbreiding' wordt gevarieerd in het areaal extra glastuinbouw. Bij de scenario's 'kwel' en 'infiltratie' vindt de uitbreiding alleen plaats in kwel- en infiltratiegebieden. Bij het scenario 'emissiebeperking' wordt recirculatie van drainagewater toegepast.



Afb. 4: Verspreiding van carbofuran in de Bommelerwaard in 2004 in de huidige situatie (modelresultaat). De locaties van de glastuinbouwbedrijven zijn met een ruit aangegeven.

Afb. 5: Verspreiding van carbofuran in de Bommelerwaard in 2004 bij versnelde uitbreiding van de glastuinbouw (meest extreem doorgerkende situatie).





Afb. 6: Verspreiding van carbofuran in de Bommelerwaard in 2004 met emissiebeperkende maatregelen (recirculatie) en uitbreiding van de glastuinbouw.

het type bestrijdingsmiddel, de verblijftijd in het gebied en het seizoen (in de zomer is de afbraak groter). Met een conservatieve berekening (berekening zonder processen) wordt de invloed van de afbraak op de concentratie bij de hoofdgemalen zichtbaar (zie afbeelding 7). Voor een stof met een hoge afbraaksnelheid, zoals etridiazool, is het verschil in concentratie zelfs in de winter behoorlijk. De afbraaksnelheid van carbofuran ligt tussen de twee in de grafiek weergegeven stoffen.

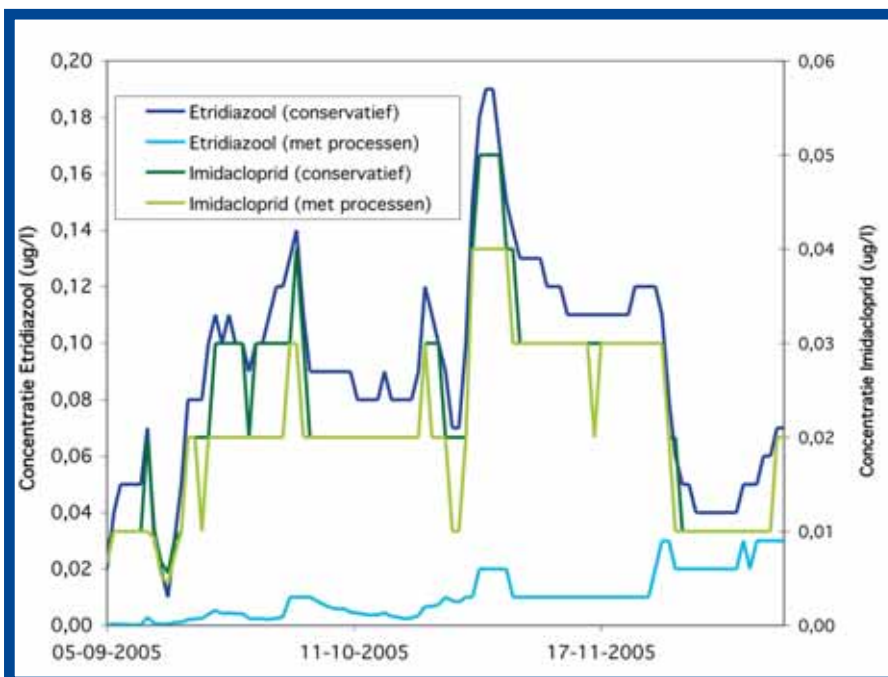
Conclusies

- De berekeningsresultaten zijn voldoende plausibel om, ook zonder kalibratie vanwege ontbrekende emissiegegevens, als basis te dienen voor het inschatten van de invloed van de uitbreiding van de glastuinbouw. Het model is voldoende gedetailleerd om het te gebruiken bij een effectbeoordeling van scenario's.

Doordat de concentraties in de huidige situatie gemeten zijn en met het model de relatieve verandering wordt berekend, kan een betrouwbare inschatting worden gemaakt of de uitbreiding van de glastuinbouw leidt tot meer en/of hogere overschrijdingen van MTR en drinkwaternorm;

- Bij het opstellen van een waterkwaliteitsmodel is het gebruik van aannames niet te voorkomen. Gebleken is dat het vooral belangrijk is de emissies vanuit de verschillende bronnen goed in te schatten. Om het waterkwaliteitsmodel van de Bommelerwaard te verbeteren, dient de modelinvoer - met name de emissies vanuit de chrysantenteelt - gedetailleerder in beeld te worden gebracht, onder andere door metingen. De coëfficiënten van de waterkwaliteitsprocessen waren op basis van literatuurwaarden goed in te schatten;

Afb. 7: Verschil in concentratie bij het gemaal Van Dam Van Brakel tussen een conservatieve tracerberekening en een berekening met processen voor een snel afbreekbaar bestrijdingsmiddel (etridiazool) en een langzaam afbreekbaar bestrijdingsmiddel (imidacloprid).



- De gedetailleerde modellering en de systeemanalyse hebben veel extra kennis opgeleverd over het gedrag van de bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater van de Bommelerwaard. Het model laat zien hoe de verschillende processen (afbraak, adsorptie en transport) zich tot elkaar verhouden en hoe dit zich verhoudt tot de emissie, de stofbalansen en de concentraties in het open water. Op basis van meetgegevens alleen is deze kennis niet beschikbaar.

Ondanks het feit dat bij de modelinvoer een groot aantal aannames zijn gemaakt, is met het waterkwaliteitsmodel een geschikt instrument opgesteld dat een grote meerwaarde biedt ten opzichte van het monitoringsprogramma. Dit model-instrument biedt - samen met de monitoringsresultaten - voldoende basis voor een effectbeoordeling. Voor een betrouwbare modelinvoer en voor een goede kalibratie van het model zijn voldoende meetgegevens nodig. Het is dan ook van groot belang om naast het modelleren te blijven monitoren.

LITERATUUR

- Speets R., L. Valstar en P. Willems (2008). Een meersporenaanpak voor de verbetering van de waterkwaliteit in de Bommelerwaard. H₂O nr. 1, pag. 10-12.
- Pomarius H., H. Ketelaar en M. Nieuwenhuis (2008). Een integraal model: een sprong vooruit of een stap te ver? H₂O nr. 5, pag. 16-17.
- RIVM (2007). Tabellen met procescoëfficiënten.
- Rijkswaterstaat (2006). Bestrijdingsmiddelen in de Rijkswateren. Bestrijdingsmiddelen screening in de rijkswateren. RIZA. Rapport 2006.020.
- Kruine R. (2002). Belasting van de Afgedamde Maas door bestrijdingsmiddelen. Een schatting van de relatieve bijdragen vanuit de uiterwaarden van de Maas en de polders van de Bommelerwaard. Alterra. Rapport 395.
- Staatscourant (2002). Lozingenbesluit open teelt en veehouderij.
- Nelen & Schuurmans (2007). Waterkwaliteitsmodel bestrijdingsmiddelen Bommelerwaard. Eindrapportage. Rapportnummer I0053.
- Waterschap Rivierenland (2007). Effecten op bestrijdingsmiddelen door uitbreiding glastuinbouw in de Bommelerwaard. Concept.