



Joachim Rozemeijer, TNO

Hans-Peter Broers, TNO

Adrie Geerts, Provincie Noord-Brabant

Grondwater in Noord-Brabant zorgt voor overschrijding MTR-waarden oppervlaktewater

Van oudsher wordt monitoring van bodem, grond- en oppervlaktewater door verschillende specialisten bij verschillende overheden gecoördineerd. Tegenwoordig vraagt de Kaderrichtlijn Water om een integrale aanpak van het gehele hydrologische systeem in stroomgebieden. Integraal stroomgebieds-beheer roept vragen op over de relaties tussen grond- en oppervlaktewater die met gegevens uit de huidige meetnetten vaak niet goed te beantwoorden zijn. Bij veel waterbeheerders leeft de vraag hoe integraal beheer en integrale monitoring in stroomgebieden kan worden vormgegeven. Daarom hebben de provincie Noord-Brabant, de waterschappen De Dommel, Aa en Maas en Brabantse Delta en TNO gezamenlijk het project STROMON (STROOmgebieds-gerichte MONitoring) opgezet. In de STROMON-quickscan is op regionaal schaalniveau onderzoek verricht naar de bijdrage van het grondwater aan de oppervlaktewaterkwaliteit. Hieruit komt naar voren dat grondwater een erg belangrijke bron vormt van verontreiniging naar het oppervlaktewater. De slechte kwaliteit van het grondwater zorgt ervoor dat de kwaliteitsdoelstellingen voor het oppervlaktewater niet kunnen worden gehaald.

Binnen de STROMON-quickscan is door TNO onderzoek gedaan naar de relatie tussen grond- en oppervlaktewaterkwaliteit in de provincie Noord-Brabant. Het hoofddoel van deze quickscan is het verkrijgen van een provincie-breed beeld van de bijdrage van het grondwater aan de kwaliteit van het oppervlaktewater. Een tweede doel is na te gaan op welke manier de monitoring van grond- en oppervlaktewater in stroomgebieden beter op elkaar kan worden afgestemd.

Allereerst is voor enkele voorbeeldstroomgebieden onderzocht hoe meetgegevens van grond- en oppervlaktewater aan elkaar gerelateerd kunnen worden. Uit deze analyse is een conceptueel model voortgekomen over de relatie tussen grond- en oppervlaktewaterkwaliteit. Op basis van dit denkmodel zijn vervolgens de meetgegevens van de gehele provincie Noord-Brabant met elkaar vergeleken.

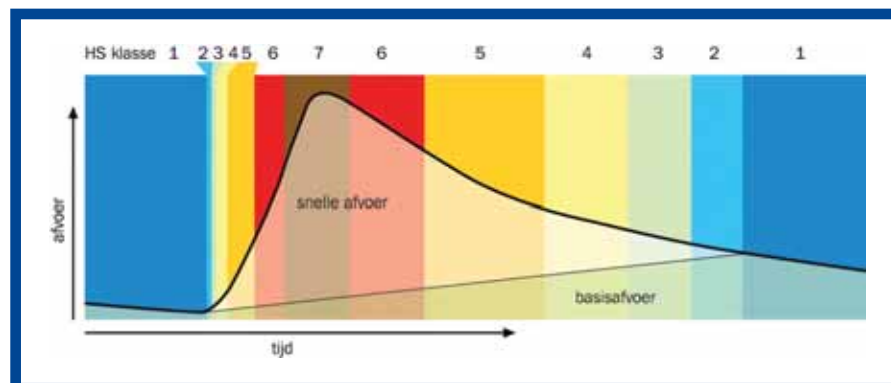
Voorbeeldstroomgebieden

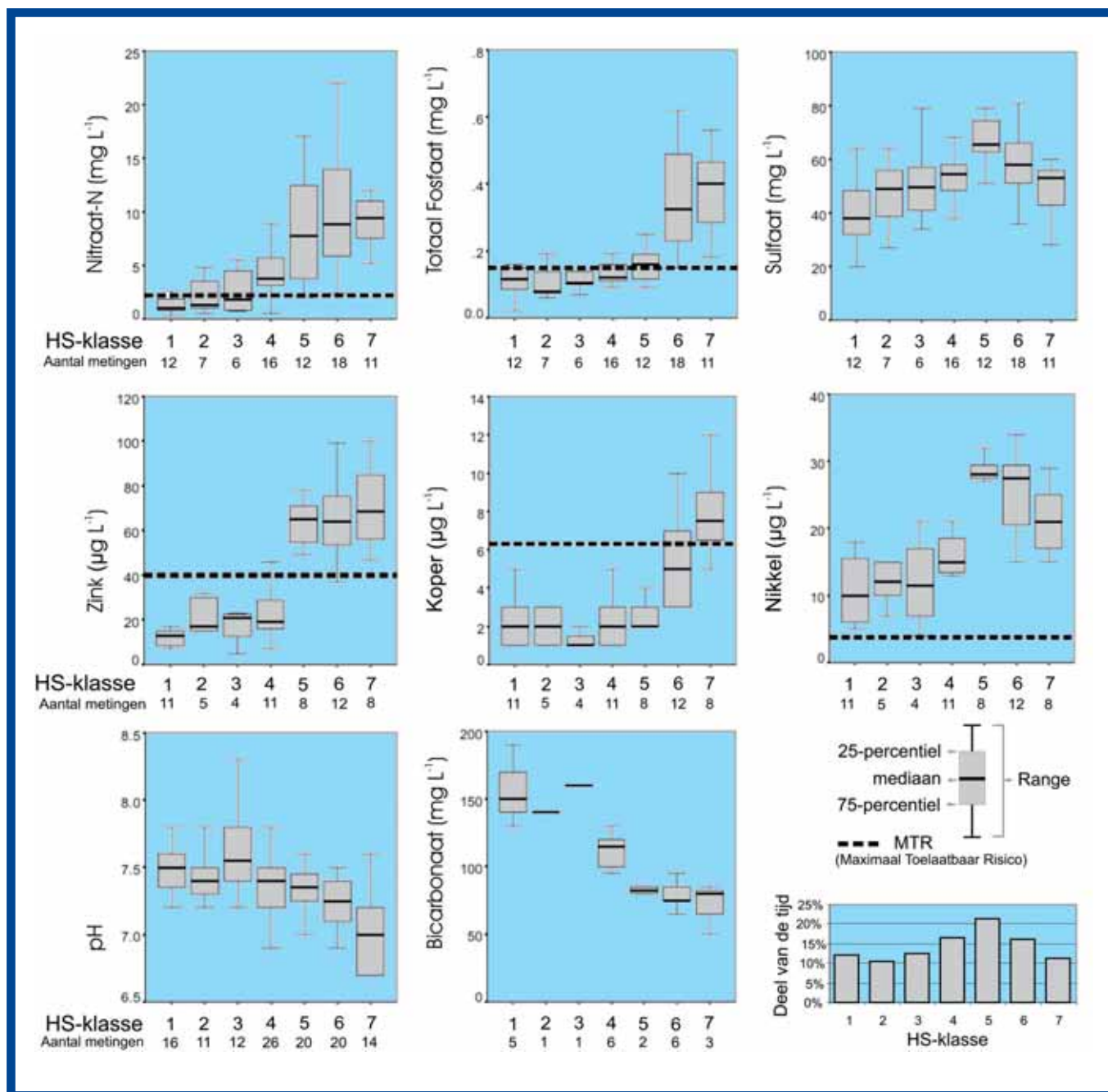
Meetgegevens uit vier voorbeeldstroomgebieden met verschillende geohydrologische eigenschappen zijn gebruikt om meer inzicht te krijgen in de interactie tussen grond- en

oppervlaktewater. Om de invloed van diffuus verontreinigd grondwater op de oppervlaktewaterkwaliteit zo goed mogelijk in beeld te kunnen krijgen, zijn agrarische stroomgebieden zonder belangrijke puntbronnen geselecteerd. Eén van de geselecteerde stroomgebieden is het stroomgebied van het Merkske, ten zuiden van Breda. De waterkwaliteitsgegevens van het Merkske van 1990-2002 zijn in groepen

onderverdeeld op basis van de hydrologische omstandigheden op het moment van bemonsteren. Naast de oppervlaktewaterkwaliteit wordt door waterschap Brabantse Delta tevens de afvoer gemeten bij het uitstroompunt van het stroomgebied. Voor de scheiding in perioden met basisafvoer en met snelle afvoeromstandigheden is gebruik gemaakt van 'hydrograph separation'. Bij de hier gebruikte methode worden

Afb. 1: De oppervlaktewaterkwaliteitsgegevens zijn ingedeeld in zeven 'hydrograph separation' klassen op basis van het percentage snelle afvoer op het moment van bemonsteren.





Afb. 2: Boxplots van de gemeten concentraties in de verschillende 'hydrograph separation' klassen. Rechtsonder is weergegeven hoe veel tijd elke HS-klasse relatief optreedt.

de basisafvoer en snelle afvoer van de hydrograaf gescheiden door een lijn met een constante helling (zie afbeelding 1).

De scheidingslijn start als de helling van de hydrograaf groter is dan de gekozen constante scheidingshelling. De scheidingslijn stopt als hij de dalende lijn van de hydrograaf tegenkomt. Er is een constante helling van 50 kubieke meter per dag gebruikt. Met deze relatief lage helling komen perioden met 100 procent basisafvoer alleen voor onder zeer droge omstandigheden.

De perioden met snelle afvoer zijn gescheiden in zes groepen, op basis van het percentage van de snelle afvoer ten opzichte van de totale afvoer. Dit leverde uiteindelijk de volgende zeven 'hydrograph separation' klassen (HS-klassen) op: HS 1: 100 procent basisafvoer, HS 2: 0-20 procent snelle afvoer, HS 3: 20-40 procent snelle afvoer, HS 4: 40-60

procent snelle afvoer, HS 5: 60-80 procent snelle afvoer, HS 6: 80-90 procent snelle afvoer and HS 7: 90-100 procent snelle afvoer (zie ook afbeelding 1). De gegevens over de oppervlaktewaterkwaliteit van het Merkske zijn in deze zeven HS-klassen ingedeeld. In afbeelding 2 zijn boxplots weergegeven die de statistieken van de concentraties in de zeven HS-klassen weergeven.

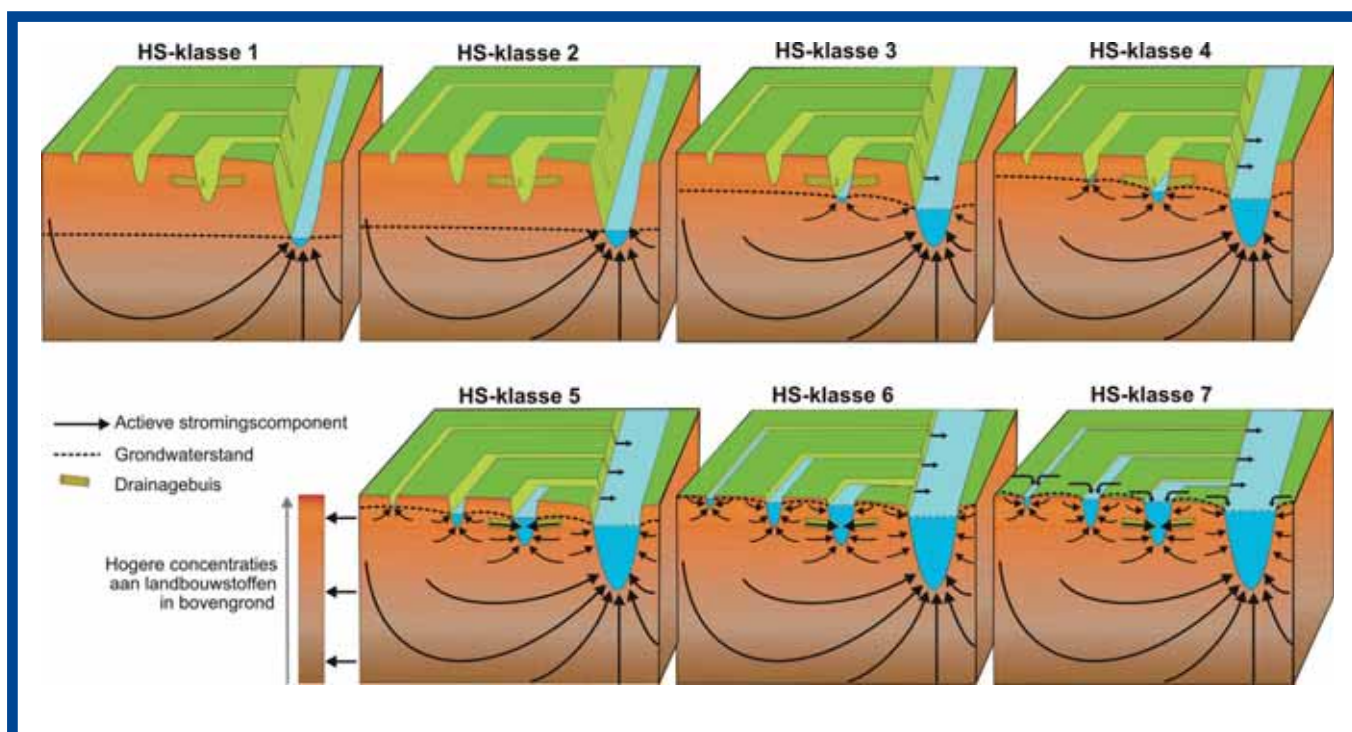
De boxplots laten duidelijk de relatie zien tussen oppervlaktewaterkwaliteit en afvoeromstandigheden. Bij basisafvoer lijkt de kwaliteit van het oppervlaktewater op dat van het diepe grondwater (weinig nitraat en koper, veel bicarbonaat). Bij veel snelle afvoer laten de concentraties in het oppervlaktewater zien dat de bijdrage van het ondiepe grondwater, met veel nitraat en koper en weinig bicarbonaat, toeneemt. De resultaten van de andere geanalyseerde stoffen en de andere voorbeeldstroomgebieden bevestigen deze algemene

relaties. De verschillen tussen de stoffen kunnen worden verklaard aan de hand van verschillen in hun chemische eigenschappen.

Conceptueel model

Bij de vergelijking van grond- en oppervlaktewaterkwaliteitsgegevens op regionale schaal is het raadzaam uit te gaan van een denkmodel over de relatie tussen grond- en oppervlaktewater. Op basis van de resultaten van het onderzoek in de voorbeeldstroomgebieden wordt het volgende conceptuele model voorgesteld:

De oppervlaktewaterkwaliteit onder bepaalde afvoeromstandigheden is, afgezien van de invloed van puntbronnen, de resultante van een bepaalde mengverhouding van grondwater afkomstig vanuit de verschillende diepteniveaus. Bij snelle afvoer verschuift deze mengverhouding naar de ondiepere, snellere afvoercomponenten.



Afb. 3: Visualisatie van het conceptuele model voor de relatie tussen grond- en oppervlaktewater; grondwaterstromingscomponenten die onder verschillende afvoeromstandigheden (HS-klassen) bijdragen aan het oppervlaktewater.

Bij basisafvoer hebben de diepere, tragere afvoercomponenten meer invloed. Door de verschillen in waterkwaliteit tussen de diepteniveaus hebben de verschuivingen in de mengverhouding gevolgen voor de oppervlaktewaterkwaliteit¹⁾.

In afbeelding 3 wordt dit concept gevisualiseerd voor een geschematiseerde dwarsdoorsnede van een stroomgebied. Het bovenste grondwater is het meest verontreinigd door landbouwactiviteiten³⁾. Het diepere grondwater is schoner, doordat veel verontreinigende stoffen sterk adsorberen in de ondiepe ondergrond (fosfaat en zware metalen) of worden afgebroken (nitraat).

In deze afbeelding is de verontreinigingstoestand van de ondergrond met kleur gevisualiseerd (van rood naar bruin). Te zien is ook dat het oppervlaktewater onder droge omstandigheden wordt gevoed vanuit het schone diepere grondwater. Onder nattere omstandigheden gaat het ondiepe grondwater ook bijdragen aan de oppervlaktewaterafvoer. Na nog nattere periodes komt ook het bovenste grondwater langs zeer korte stroombanen via kleinere sloten, greppels en drains en eventueel zelfs via oppervlakkige afstroming in de beek terecht. Vooral met deze snelle, oppervlakkige stroombanen wordt veel landbouwverontreiniging meegevoerd naar het oppervlaktewatersysteem.

Provinciebreed beeld

Om tot een provinciebreed beeld te komen van de samenhang tussen grond- en oppervlaktewaterkwaliteit kunnen de hierboven beschreven concepten worden toegepast op provinciale schaal. Voor de stoffen nikkel, koper, zink, stikstof, sulfaat en fosfaat en voor de zuurgraad zijn hiertoe Brabant-brede kaarten gemaakt van de grondwaterkwaliteit op verschillende diepteniveaus en de opper-

vlaktewaterkwaliteit onder verschillende afvoeromstandigheden²⁾. In afbeelding 4 zijn bij wijze van voorbeeld de kaarten voor stikstof afgebeeld. Om de vergelijking tussen de grond- en oppervlaktewaterkaarten mogelijk te maken, zijn de concentraties gerelateerd aan het maximaal toelaatbaar risico voor oppervlaktewater (2,2 mg N/l).

De grondwaterkaarten laten zien dat de stikstofconcentraties afnemen met de diepte. In het bovenste grondwater zijn de concentraties overal minstens vijf maal hoger dan het MTR. In het ondiepe grondwater wordt het MTR ook in de meeste stroomgebieden overschreden. In het diepe grondwater zijn de stikstofconcentraties over het algemeen erg laag. Uit de kaarten concluderen we dat het bovenste en het ondiepe grondwater mogelijk een bedreiging vormen voor de oppervlaktewaterkwaliteit in Noord-Brabant.

De oppervlaktewaterkaarten laten zien dat de gemiddelde stikstofconcentraties in het oppervlaktewater in alle stroomgebieden het MTR overschrijden. De concentraties zijn het hoogst onder snelle afvoeromstandigheden en het laagst onder basisafvoeromstandigheden.

Als we de grond- en oppervlaktewaterkwaliteitskaarten vergelijken, vinden we op regionale schaal dezelfde relaties tussen grond- en oppervlaktewaterkwaliteit als in de voorbeeldstroomgebieden. Dit is opvallend, want in tegenstelling tot de geselecteerde voorbeeldstroomgebieden, wordt de oppervlaktewaterkwaliteit in de meeste Brabantse stroomgebieden wel beïnvloed door (rwzi-) lozingen, bronnen in stedelijk gebied en aanvoer van gebiedsvreemd water. Toch kunnen de concentraties in het oppervlaktewater bij basisafvoer, gemiddelde afvoer en snelle afvoer goed worden verklaard

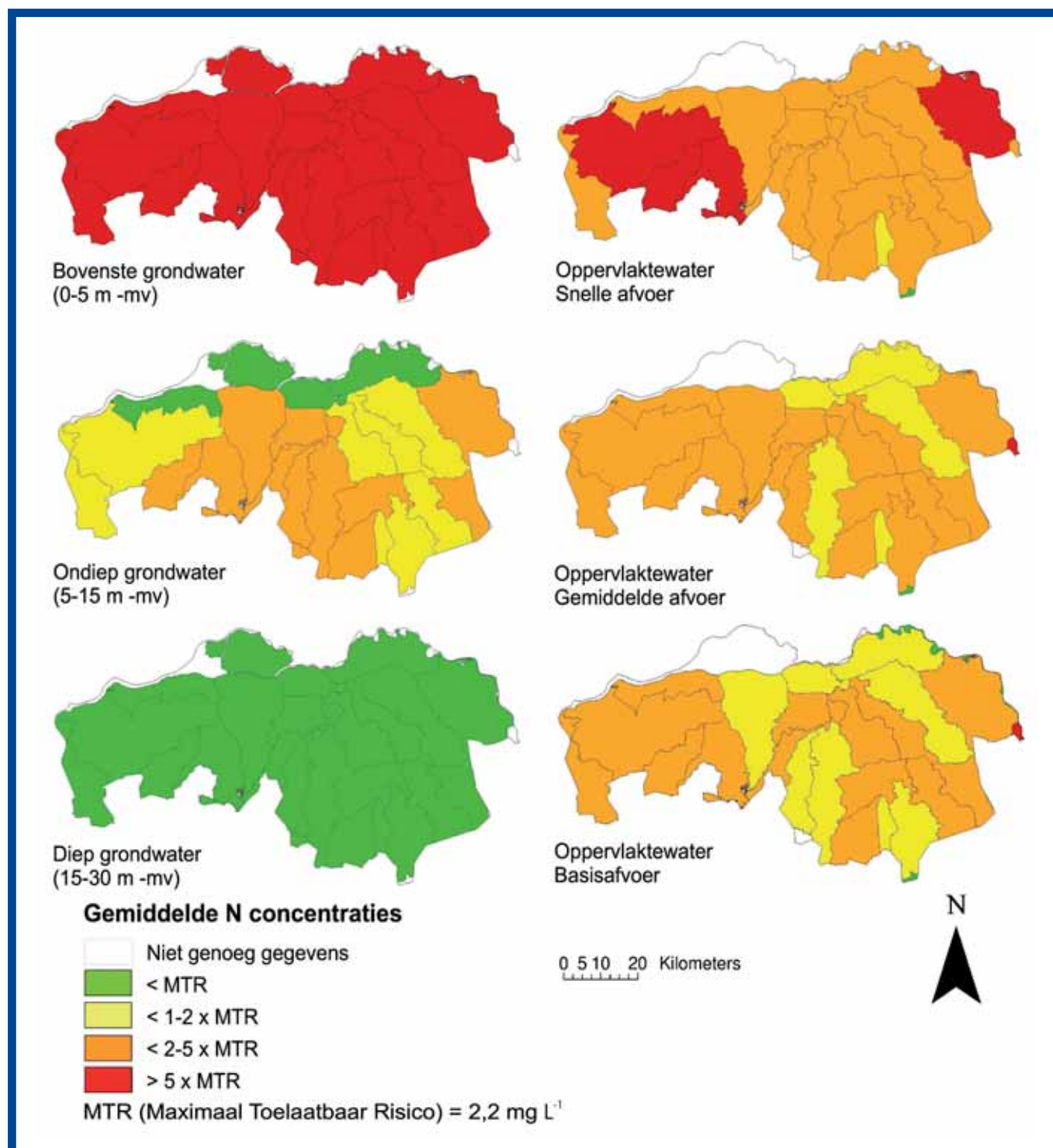
door menging van het bovenste, ondiepe en diepe grondwater. De stikstofconcentraties in het oppervlaktewater liggen binnen de range van concentraties in het grondwater. Hiernaast wordt de grootste flux vanuit het bovenste grondwater en daardoor de hoogste stikstofconcentraties in het oppervlaktewater verwacht onder snelle afvoeromstandigheden. De resultaten in afbeelding 4 voldoen ook aan deze verwachting.

Conclusies

Ondanks de invloed van verschillende andere bronnen van oppervlaktewaterverontreiniging in de provincie Noord-Brabant, zijn duidelijke relaties gevonden tussen de grondwaterkwaliteit op verschillende diepteniveaus en de oppervlaktewaterkwaliteit onder verschillende afvoeromstandigheden. Hieruit kan worden geconcludeerd dat grondwater een belangrijke bron van oppervlaktewaterverontreiniging is. De slechte kwaliteit van het bovenste grondwater zorgt ervoor dat de normen voor het oppervlaktewater worden overschreden, vooral tijdens natte periodes.

De grondwaterkwaliteit zal moeten verbeteren om de kwaliteitsdoelstellingen voor het oppervlaktewater te kunnen halen. Het oppervlaktewaterkwaliteitsbeheer is van oudsher echter gericht op het oppervlaktewatersysteem zelf. De resultaten van dit onderzoek laten zien dat een integrale aanpak van het gehele grond- en oppervlaktewatersysteem noodzakelijk is.

In dit artikel worden gegevens uit de regionale meetnetten voor grond- en oppervlaktewaterkwaliteit aan elkaar gerelateerd aan de hand van een conceptueel model over de relaties tussen grond- en oppervlaktewater. Hoewel de huidige meetnetten niet ontworpen zijn voor het bestuderen van de



Afb. 4: Gemiddelde stikstofconcentraties in het bovenste, ondiepe en diepe grondwater en in het oppervlaktewater gedurende basisafvoer, gemiddelde afvoer en snelle afvoer in de RWSR-gebieden in Noord-Brabant

relaties tussen grond- en oppervlaktewater, kon met deze aanpak toch worden geschat hoe groot de grondwaterbijdrage aan de oppervlaktewaterverontreiniging is in relatie tot andere bronnen. Dezelfde aanpak kan worden toegepast op alle gebieden met voldoende grond- en oppervlaktewaterkwaliteitsgegevens.

Integraal waterbeheer in stroomgebieden betekent dat ook integraal zal moeten worden gemonitord. In de rapportage van STROMON²⁾ wordt een aantal aanbevelingen gedaan, waarmee de afstemming tussen de verschillende meetnetten kan worden verbeterd.

LITERATUUR

- 1) Rozemeijer J. en H. Broers (2007). The groundwater contribution to surface water contamination in a region with intensive agricultural landuse (Noord-Brabant). Environmental Pollution.
- 2) Rozemeijer J., H. Broers, H. Passier en B. van der Grift (2005). Een quickscan inventarisatie van de bijdrage van het grondwater aan de oppervlaktewaterkwaliteit in Noord-Brabant. Concept-deelrapport I van Aquaterra/STROMON. NITG 05-186-A.
- 3) Van der Grift B., J. Rozemeijer, M. Van Vliet en H. Broers (2004). De kwaliteit van het grondwater in de provincie Noord-Brabant. Rapportage over de toestand en de trends in de periode 1992 t/m 2003. TNO-rapport NITG 04-206-B.