



Interactie grond en oppervlaktewater; Waar speelt het? Methodiekinvulling voor 2010



CSN

26 juni 2008
Definitief rapport
9T0909

Boschveldweg 21
Postbus 525
5201 AM 's-Hertogenbosch
+31 (0)73 687 41 11 Telefoon
073-6120776 Fax
info@den-bosch.royalhaskoning.com E-mail
www.royalhaskoning.com Internet
Arnhem 09122561 KvK

Documenttitel Interactie grond en oppervlaktewater;
Waar speelt het? Methodieinvulling voor
2010

Verkorte documenttitel Interactie grond en oppervlaktewater

Status Definitief rapport

Datum 26 juni 2008

Projectnaam Interactie grond en oppervlaktewater


Projectnummer 9T0909

Opdrachtgever CSN

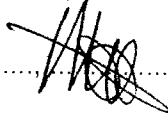
Referentie 9T0909/R00002/900642/DenB

Auteur(s) Floris Verhagen¹, Cors van den Brink¹, Marja
Segers¹, Remco van Ek², Jacco
Hoogewoud²,
Bas van der Griff²

1 Royal Haskoning , 2 Deltares

Collegiale toets Drs. A. Krikken 

Datum/paraaf 27-06-'08

Vrijgegeven door Drs. M. van Elswijk 

Datum/paraaf 27-06-'08

INHOUDSOPGAVE

	Blz.	
1	INLEIDING	1
1.1	Achtergrond	1
1.2	Doelstelling van het project	2
1.3	Status rapport	2
1.4	Gekozen aanpak en leeswijzer	3
2	KADER EN RELATIE KRW	4
2.1	EU guidances en uitwerking stroomschema's	4
2.2	Nederlandse protocollen en stroomschema's	4
2.3	De gemaakte stroomschema's in dit rapport	5
2.4	Definitie van goede grondwatertoestand	5
2.5	Definitie van goede oppervlaktewatertoestand	6
2.6	Doelen voor de beschermde natuurgebieden	8
2.7	Samenvatting van doelen samengevat in vijf onderwerpen	9
2.8	Selectie stoffen	9
2.9	Monitoring	9
3	INVLOED KWALITEIT GRONDWATER OP OPPERVLAKTEWATER	10
3.1	Korte omschrijving van type interactie	10
3.2	Uitwerking stroomschema	10
3.3	Landelijk overzicht; waar speelt het en wat zijn knelpunten?	13
3.4	Monitoring	27
3.5	Case beschrijving: Polder de Noordplas; chloride en fosfaat beïnvloeding van het oppervlaktewater door het grondwater	28
3.6	Case beschrijving: de Kempen; nikkel- en sulfaatbelasting van het oppervlaktewater door het grondwater	32
4	INVLOED KWANTITEIT GRONDWATER OP OPPERVLAKTEWATER	38
4.1	Korte omschrijving van type interactie	38
4.2	Uitwerking stroomschema	38
4.3	Landelijk overzicht; waar speelt het en wat zijn knelpunten?	40
4.4	Geplande maatregelen en monitoring	42
4.5	Case beschrijving: het Merkske - te lage basisafvoer in de zomerperiode	43
5	INVLOED GRONDWATER OP TERRESTRISCHE ECOSYSTEMEN	47
5.1	Korte omschrijving van type interactie	47
5.2	Uitwerking stroomschema	47
5.3	Landelijk overzicht (kaartjes): waar speelt wat en wat zijn knelpunten	49
5.4	Geplande maatregelen en monitoring	55
5.5	Case beschrijving: Lemselermaten – antropogene vervuiling van het grondwater en het effect op instandhoudingsdoelstellingen	55
5.6	Case beschrijving: Groot Zandbrink– verdroging van een Habitatrichtlijn gebied	63

6	INVLOED OPPERVLAKTEWATER OP GRONDWATERWINNINGEN	69
6.1	Korte omschrijving van type interactie	69
6.2	Uitwerking stroomschema	69
6.3	Landelijk overzicht van de relevante winningen en knelpunten	72
6.4	Geplande maatregelen en monitoring	74
6.5	Case beschrijving: oevergrondwaterwinning Bergambacht	74
7	ALGEMENE INZICHTEN VOOR VERDERE UITWERKING	80
7.1	Uitwerking in eerste SGBP	80
7.2	Nadere uitwerking en verankering	80
7.3	Aanbevelingen voor monitoring	80
7.4	Schaal van de oppervlakte en grondwaterlichamen	81
7.5	Kennisleemtes en aanbevelingen voor het tweede SGBP	82
7.6	Organisatie en afstemming tussen partijen	83

SAMENVATTING

Grond- en oppervlaktewater hebben tot nu toe vooral beide hun eigen doelen, maatregelen en monitoringprogramma. In de praktijk hebben grond- en oppervlaktewater in Nederland echter nauwe relaties. Nederland kenmerkt zich immers door een neerslagoverschot, hoge grondwaterstanden, intensieve drainage en een relatief hoge milieubelasting in bodem en (bovenste) grondwater. Concreet kunnen de volgende vier situaties worden onderscheiden:

1. Grondwater beïnvloedt de kwaliteit van oppervlaktewater (voorbeeld fosfaatrijke kwel in een poldervaart of via uitspoeling van met nutriënten en zware metalen vervuild ondiep grondwater): hoofdstuk 3;
2. Grondwater beïnvloedt een OWL in kwantitatieve zin (voorbeeld droogvallende beeksystemen of onvoldoende regionale kwel / basisafvoer): hoofdstuk 4;
3. Grondwater beïnvloedt via de waterkwantiteit (verdroging) en waterkwaliteit (vermesting een grondwaterafhankelijk ecosysteem in negatieve zin: hoofdstuk 5;
4. Oppervlaktewater beïnvloedt de kwaliteit van het grondwater(lichaam): hoofdstuk 6.

Deze vijf onderwerpen zijn in dit rapport verder uitgewerkt. De samenhang tussen grond- en oppervlaktewater kan in het SGBP beschreven worden door gebruik te maken van tekstgedeeltes, denklijnen en kaarten uit dit rapport. In de stroomschema's in dit rapport is deze denklijn per onderwerp in een aantal stappen uiteengezet, inclusief de uitwerking van een case beschrijving. Deze stroomschema's zijn de rode draad van dit rapport en fungeren bovendien als leidraad voor de uitwerking in de komende jaren.

Uitwerking dient volgens de begeleidingsgroep te gebeuren in lopende trajecten zoals het opstellen van het Gewenste Grond en Oppervlaktewater Regime (GGOR), de Natura-2000 beheerplannen en de gebiedsdossiers voor (kwetsbare) grondwaterwinningen. Bij deze trajecten zijn meerdere partijen betrokken. Om er voor te zorgen dat de doelen en maatregelen voor de Kaderrichtlijn Water voldoende in deze plannen betrokken worden is enige vorm van landelijk overzicht en coördinatie nodig. Het Rijk kan de provincies en waterschappen helpen door een handreiking op te stellen met de technische en procesmatige voorwaarden om een KRW-proof GGOR, gebiedsdossier of Natura-2000 beheerplan te maken, waarbij de interactie tussen grond- en oppervlaktewater de aandacht krijgt die het verdient.

1 INLEIDING

1.1 Achtergrond

De Nederlandse KRW-aanpak tot nu toe heeft nog in slechts weinig gevallen geleid tot afstemming tussen grondwater en oppervlaktewater. Dit geldt zowel voor de afstemming op regionale schaal (de grond- en oppervlaktewaterlichamen) als op de schaal van bijzondere ecosystemen (de Natura-2000 gebieden). Dat komt mede doordat waterbeheerders onder tijdsdruk en vanuit hun eigen discipline te werk zijn gegaan. Het is duidelijk dat grondwater en oppervlaktewater onderdeel uitmaken van een grote hydrologische kringloop. Vooral in Nederland is de interactie tussen grond en oppervlaktewater dominant aanwezig. Echter wanneer het gaat om het nemen van



maatregelen en het doen van onderzoek kijkt men naar elkaar ("het gat zit aan jouw kant"). Hierdoor is de interactie tussen grondwater en oppervlaktewater nog te weinig in beeld. De KRW vraagt om een integrale benadering die is ondersteund door het Landelijk Bestuurlijk Overleg Water (LBOW). Vanuit monitoring is de roep om het in beeld brengen van deze interactie steeds luider.

Voorliggend rapport geeft een eerste aanzet voor een landelijk overzicht en methodiekontwikkeling voor dit onderwerp. Naast het verantwoorden en onderbouwen van maatregelen in het stroomgebiedsplan (SGBP) worden ook aanbevelingen gedaan voor monitoring en onderzoek in de periode 2009-2015. In de tijd gezien zal het beperkt mogelijk zijn om

resultaten van dit project in 2008 al om te zetten in aanvullingen of wijzigingen in het concept stroomgebiedsbeheerplan (SGBP). De monitoringplannen zijn in maart 2007 aan Brussel aangeboden. In de Nederlandse aanpak is uitgegaan van een groeimodel. Een van de componenten die nog aan het programma moet worden toegevoegd is de monitoring van de interactie tussen grond- en oppervlaktewater. Daarnaast wordt hiermee een signaal afgegeven richting de EU dat Nederland serieus nadenkt over hoe om te gaan met de interactie tussen grondwater en oppervlaktewater.

1.2 Doelstelling van het project

Door de projectgroep (CSN en provincies) is het voorliggende onderzoek geïnitieerd met als doel om:

- inzicht te krijgen in de mate van beïnvloeding van oppervlaktewater (-doelen) door grondwater en vice versa, zowel naar aard van de problematiek als de schaal waarop dit speelt;
- in het SGBP de beoogde stappen / maatregelen te kunnen verantwoorden met deze inzichten en daarover meer te kunnen zeggen dan nu uit de gebiedsprocessen volgt;
- voor de deelstroomgebieden aan te geven of / en in welke richting aanvullend onderzoek nodig is voor het SGBP van 2015. Dit dient dan te worden geagendeerd in het SGBP van 2009;
- een relatie te leggen met de monitoring en suggesties te doen voor mogelijke aanvullingen daarin (voor medio 2008);
- laten zien dat Nederland de problematiek serieus neemt richting EU;
- een handvat te bieden voor nadere uitwerking door de regio.

Het onderzoek is in korte tijd uitgevoerd (voorjaar 2008), zodat de uitkomsten nog kunnen worden meegenomen in het stroomgebiedsbeheersplan. Het betreft daarom een quick scan die gebruik maakt van bestaande kennis. Op langere termijn is een meer grondige uitwerking nodig.

De denklijn voor een integrale aanpak van afstemmen van doelen, maatregelen en monitoring in het grond- en oppervlaktewater is uitgewerkt in stroomschema's. Voor vier verschillende inhoudelijke onderwerpen is aangegeven welke partij welk initiatief moet nemen. De stroomschema's zijn besproken met waterbeheerders in een workshop op 22 mei 2008 en vervolgens aangepast op basis van het geleverde commentaar. Deze stroomschema's zijn de rode draad van dit rapport en fungeren bovendien als leidraad voor de uitwerking in de komende jaren.

1.3 Status rapport

Dit rapport is gezamenlijk opgesteld door Deltares en Royal Haskoning in opdracht van CSN. Bij het opstellen van het rapport is gebruik gemaakt van een begeleidingscommissie bestaande uit Twan Tiebosch (CSN), Sarie Buijze (Provincie Noord-Brabant), Rinke van Veen (Provincie Drenthe) en Stephan Langeweg (Waterschap Hollandse Delta / trekker KRW monitoring Rijn West).

Het rapport is een quick scan van bestaande informatie, soms geordend op een nieuwe manier. Het rapport dient ter inspiratie bij het opstellen van het eerste stroomgebiedsbeheersplan en de verdere uitbreiding van het KRW meetnet.

1.4 Gekozen aanpak en leeswijzer

Dit rapport wordt begonnen (hoofdstuk 2) met een algemene beschrijving van de KRW doelen voor oppervlaktewater, grondwater en beschermde gebieden. Vervolgens worden vier vormen van interactie uitgewerkt. Dit zijn:

- Invloed kwaliteit grondwater op oppervlaktewater (hoofdstuk 3);
- Invloed kwantiteit grondwater op oppervlaktewater (hoofdstuk 4);
- Interactie grondwater op terrestrische ecosystemen (hoofdstuk 5);
- Invloed oppervlaktewater op grondwaterwinningen (hoofdstuk 6).

Voor al deze onderwerpen wordt een overzicht gegeven op landelijke schaal, een voorstel voor de uitwerking van de interactie aan de hand van een stroomschema en een casebeschrijving. Waar relevant worden kennisiaten genoemd, die een verdere uitwerking van de systeembeschrijving, maatregelen en monitoring in de weg staan. Het rapport wordt in hoofdstuk 7 afgesloten met een algemene beschouwing en aanbevelingen voor de verdere uitwerking.

2 KADER EN RELATIE KRW

2.1 EU guidances en uitwerking stroomschema's

Als uitwerking van de Grondwaterrichtlijn (2006/118/EC) en de Kaderrichtlijn Water (2000/60/EC) zijn diverse CIS documenten (Common Implementation Strategy) opgesteld. Deze dienen ter ondersteuning van de uitwerking van de KRW en de grondwaterrichtlijn. Hierin is ook aandacht voor het onderwerp interactie grond- en oppervlaktewater:

- in de "guidance on chemical status" is een test toegevoegd die voorziet in het bepalen van de invloed van een grondwaterlichaam op de ecologische en chemische toestand van een oppervlaktewaterlichaam;
- in de "guidance on chemical status" is een test toegevoegd die voorziet in het bepalen van de invloed van verontreiniging vanuit een grondwaterlichaam op terrestrische grondwaterafhankelijke ecosystemen;
- in de "guidance on quantitative status" is een vergelijkbare test toegevoegd die voorziet in het bepalen van de invloed van een grondwaterlichaam op terrestrische grondwaterafhankelijke ecosystemen (verdroging), en daarnaast vraagt om het bepalen van de "Environmental Flow Needs" van oppervlaktewaterlichamen;

De Europese tests zijn uitgewerkt als stroomschema's. Het is aannemelijk dat Europa van de lidstaten verwacht dat deze richtlijnen na vaststelling worden meegenomen in de eerste stroomgebiedbeheersplannen van 2009.

2.2 Nederlandse protocollen en stroomschema's

Op dit moment worden door de landelijke werkgroep grondwater voor de Nederlandse situatie protocollen en stroomschema's opgesteld met als doel om een uitspraak te doen over de toestand van het waterlichaam.

Grondwater

Voor grondwater wordt een apart protocol opgesteld voor de chemische toestand (door RIVM) en de kwantitatieve toestand (door Waterdienst). Beide protocollen zijn nog in concept en zullen naar verwachting eind 2008 definitief worden afgerond.

Oppervlaktewater

Het protocol voor oppervlaktewater is zowel bedoeld voor de toestand en trendbepaling als de inrichting van de operationele monitoring. Het protocol is opgesteld in opdracht van het LBOW-cluster MRE door werkgroep Monitoring, Informatievoorziening en Rapportage (MIR). Dit protocol is door het cluster MRE goedgekeurd op 28 januari 2008. Het protocol werkt uitsluitend op basis van normen die in de landelijke regiegroep zijn vastgesteld of wettelijke normen. In het protocol wordt stapsgewijs besproken welke stappen moeten worden genomen om tot een eindoordeel van de toestand van het oppervlaktewaterlichaam te komen.

2.3 De gemaakte stroomschema's in dit rapport

In dit rapport zijn stroomschema's gemaakt die als een aanvulling op de bestaande Europese en Nederlandse schema's gezien kunnen worden. Zowel de Nederlandse als de Europese stroomschema's/protocollen zijn opgesteld met als doel om een uitspraak te doen over de toestand van het waterlichaam. Echter wie een actie moet uitvoeren, de oppervlaktewaterbeheerder of de grondwaterbeheerder, is hierin niet uitgewerkt. De door ons gemaakte stroomschema's gaan vooral op dit punt in. De stroomschema's kunnen weer als input gebruikt worden om later de nationale protocollen voor oppervlaktewater en grondwater te verfijnen.

2.4 Definitie van goede grondwatertoestand

In bijlage V lid 2.1.2 staat aangegeven wanneer de kwantitatieve toestand van een grondwaterlichaam goed is.

Goede kwantitatieve toestand grondwater (artikel 2.1.2 in Bijlage 5 van de KRW)

De grondwaterstand in het grondwaterlichaam is van dien aard dat de gemiddelde jaarlijkse onttrekking op lange termijn de beschikbare grondwatervoorraad niet overschrijdt. Dienovereenkomstig ondergaat de grondwaterstand geen zodanige antropogene veranderingen dat:

- de milieudoelstellingen volgens artikel 4 voor bijbehorende oppervlaktewateren niet worden bereikt,
- de toestand van die wateren significant achteruitgaat,
- significante schade wordt toegebracht aan de terrestrische ecosystemen die rechtstreeks van het grondwaterlichaam afhankelijk zijn,

en er kunnen zich tijdelijk, of in een ruimtelijk beperkt gebied voortdurend, veranderingen voordoen in de stroomrichting ten gevolge van veranderingen in de grondwaterstand, maar zulke omkeringen veroorzaken geen intrusies van zout water of stoffen van andere aard en wijzen niet op een aanhoudende, duidelijk te constateren antropogene tendens in de stroomrichting die vermoedelijk tot zulke intrusies zal leiden.

De goede kwantitatieve toestand van een grondwaterlichaam is afhankelijk van alle bovengenoemde aspecten. De wijze waarop de goede kwantitatieve toestand moet worden geïnterpreteerd is beschreven in het rapport "Nadere uitwerking KRW doelen grondwaterkwantiteit" (V&W 2007). Dit rapport is op 16 april 2007 bestuurlijk goedgekeurd door het LBOW.

In bijlage V lid 2.3.2 staat aangegeven wanneer de chemische toestand van een grondwaterlichaam goed is.

Goede chemische toestand grondwater (artikel 2.3.2 in Bijlage 5 van de KRW)

De chemische samenstelling van het grondwaterlichaam is zodanig dat de concentraties van verontreinigende stoffen:

- als hierna vermeld geen effecten van zout of andere intrusies vertonen;
- de uit hoofde van andere communautaire wetgeving toepasselijke kwaliteitsnormen niet overschrijden, in overeenstemming met artikel 17;
- niet zodanig zijn dat de ingevolge artikel 4 voor bijbehorende oppervlaktewateren aangegeven milieudoelstellingen niet worden bereikt, een significante vermindering van de ecologische of chemische kwaliteit van die waterlichamen optreedt of significante schade wordt toegebracht aan terrestrische ecosystemen die rechtstreeks afhankelijk zijn van het grondwaterlichaam.

Veranderingen in de geleidbaarheid wijzen niet op intrusies van zout of andere stoffen in het grondwaterlichaam.

Op basis van de artikelen 3 tot en met 6 van de Grondwaterrichtlijn is dit als volgt vertaald voor de Nederlandse situatie (RHK, 2007b):

- een toestandsbepaling van grondwaterlichamen door toetsing van de monitoringsresultaten aan drempelwaarden. Naast de metingen op 10 en 25 m –mv worden ook de gegevens van de winputten betrokken;
- nader onderzoek naar humane en ecologische risico's bij overschrijding van de drempelwaarden;
- signaleren van risicovolle significante en aanhoudende stijgende trends die omkeren vanaf een door de lidstaat vast te stellen percentage van de drempelwaarde (in beginsel 75%);
- inbreng van gevaarlijke stoffen voorkomen (waarbij het grondwater als receptor geldt) en de inbreng van niet gevaarlijke stoffen beperken zodanig dat er geen risicovolle aanhoudende stijgende trends ontstaan.

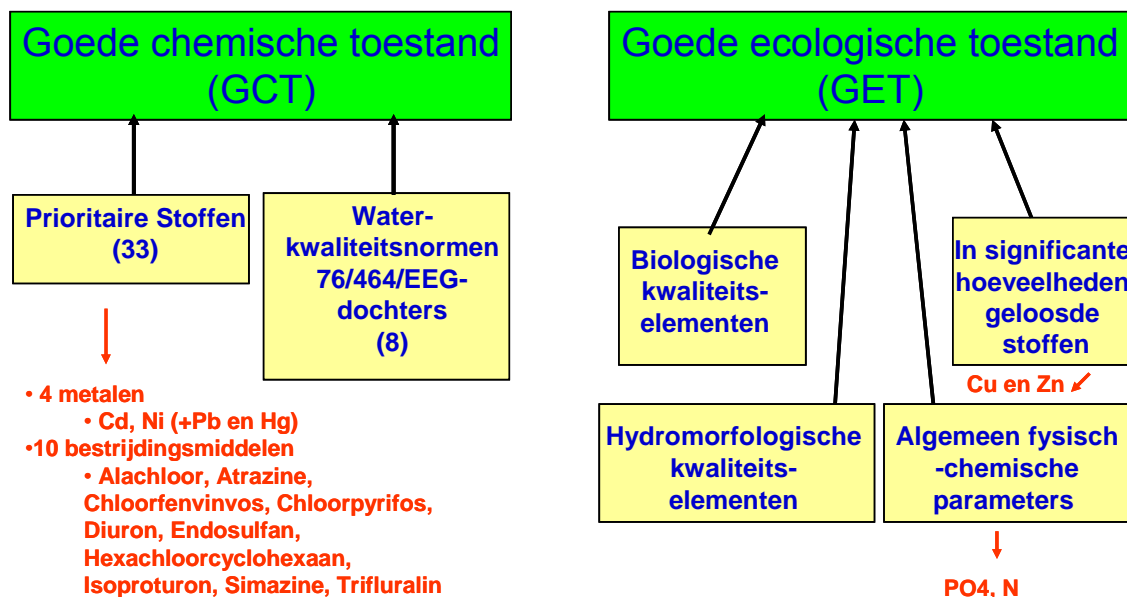
De monitoring richt zich dus op het diepere grondwater vanaf 10 meter onder maaiveld. Het ondiepe freatische grondwater is niet in het meetprogramma opgenomen. Wanneer er problemen zijn met te hoge concentraties in het oppervlaktewater kan het monitoringprogramma met ondiepe metingen worden uitgebreid. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van metingen die al standaard in Nederland worden uitgevoerd, zoals de bodemmeetnetten en het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM).

Een verdere uitwerking van het begrip goede chemische toestand wordt gemaakt door het RIVM. Naar verwachting is dit rapport eind 2008 gereed. In april 2008 zijn er drempelwaarden afgeleid per grondwaterlichaam voor zeven stoffen: N-tot, P-tot, Ni, As, Cl, Cd, Pb. In de toekomst zullen voor aanvullende stoffen drempelwaarden worden afgeleid.

2.5 Definitie van goede oppervlaktewatertoestand

De afleiding van de KRW toestand is beschreven in een nationale handleiding (Werkgroep MIR, 2008). Op hoofdlijnen wordt onderscheid gemaakt in de goede chemische toestand en de goede ecologische toestand (Figuur 2.1).

Figuur 2.1: Definitie van de goede chemische en ecologische toestand en de rol van de voor deze studie relevante stoffen



Goede chemische toestand

Voor het toetsen van de goede chemische toestand gelden algemeen geldende Europese normen voor 33 prioritaire stoffen en acht 76/464 stoffen. Bijvoorbeeld de metalen cadmium en nikkel, en 10 bestrijdingsmiddelen vallen onder deze groep stoffen. Er vindt geen standaardisatie en/of correctie plaats voor zwevend stof. Alleen metingen in totaal water (voor metalen alleen de opgeloste fractie) worden gebruikt voor de toetsing.

Goede ecologische toestand en werknormen voor nutriënten

De goede ecologische toestand wordt bepaald door meerdere parameters. Dit zijn de hydromorfologie, de biologie en de (overige) chemie. Overige chemie wil zeggen, ecologisch relevante stoffen die nog niet beoordeeld worden voor de chemische toestand. Voor deze stoffen kan wederom een tweedeling gemaakt worden: de zware metalen en de nutriënten.

Voor alle vier de stroomgebieden zijn koper en zink gekenmerkt als stroomgebied relevante stoffen. Voor deze stoffen kunnen per stroomgebied normen worden afgeleid. Door de norm te baseren op biobeschikbaarheid kan de inspanning voor de KRW worden verlaagd (Hulskotte et al., 2007; Zwolsman & Schampelaere, 2007).

Eind 2006 werknormen voor de nutriënten opgesteld [STOWA 2007]. Deze normen zijn gedifferentieerd voor de verschillende KRW watertypen. Daardoor kunnen de normen voor stikstof en fosfaat voor de KRW soms hoger en soms lager zijn dan de MTR waarde, die in principe alleen geldt voor stagnante eutrofiëringsgevoelige wateren. De werknormen hebben betrekking op de gemiddelde situatie in een zomersituatie voor natuurlijke watertypen.

De meeste wateren zijn echter niet van het type 'natuurlijk', maar van het type 'kunstmatig' of 'sterk veranderd'. Voor deze wateren mag onderbouwd van de normen worden afgeweken, wanneer aangetoond kan worden dat niet aan de goede ecologische toestand kan worden voldaan (door bijvoorbeeld de slechte onomkeerbare hydromorfologische toestand of de aanwezigheid van fosfaatrijke kwel). Op dit moment is men per regio nog bezig met de afleiding en onderbouwing van deze normen.

Samenvatting van de normen en onzekerheden

Bij de beoordeling is het belangrijk om onderscheid te maken in de goede chemische en de goede ecologische toestand voor de KRW:

- voor de goede chemische toestand (prioritaire stoffen) worden nog Europese normen vastgesteld. Dit zijn harde generieke normen en deze gelden voor heel Europa. Dit geldt voor cadmium en nikkel;
- voor de goede ecologische toestand wordt het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) vastgesteld. De concentraties N, P, Zn en Cu maken hier onderdeel van uit. Er mag regionaal gedifferentieerd worden in werknormen.

De KRW normen voor het oppervlaktewater zijn nog voorlopig. De verwachting is bijvoorbeeld dat de chemische norm voor nikkel nog zal worden aangescherpt ten opzichte van het huidige voorstel van de Europese Commissie. Daarnaast mag voor de ecologische toestand rekening worden gehouden met de biobeschikbaarheid voor organismen.

De EU heeft voornamelijk ruimte gegeven om voor zware metalen de gemeten concentratie te koppelen aan de maximaal belastbare hoeveelheid van het specifieke metaal op de locatie gebaseerd op biologische beschikbaarheid (werkgroep MIR, 2008). Deze zogenaamde HC5 waarden (Hazardous Concentration for 5% of organisms) worden bepaald op basis van de gehalten organisch oplosbaar koolstof (DOC). Voor de toetsing geldt dat de gemeten metaal concentratie dient te worden gedeeld door de berekende HC5 concentratie. Wanneer het quotiënt kleiner is dan één, dan geldt voor die specifieke locatie dat de hoeveelheid gemeten zware metaal (Cu, Ni of Zn) geen probleem voor het milieu vormt.

Het afleiden van deze locatiespecifieke normen vindt thans plaats door de waterbeheerders. Naar verwachting zullen de normen voor metalen een factor 5 hoger uitvallen. Dit betekent dat voor koper en zink de huidige situatie vaak (maar niet in alle gevallen) onder de Europese norm zal komen te liggen. Daarnaast zullen de concentraties metalen door uitspoeling uit het grondwater naar het oppervlaktewater de komende jaren nog stijgen.

2.6 Doelen voor de beschermde natuurgebieden

De Natura 2000 gebieden zijn gebieden met een Europese beschermingsstatus, waarbij de opgave is om de instandhoudingsdoelen in een gunstige staat van instandhouding te houden dan wel te brengen. De goede grondwaterstanden en waterkwaliteit voor de KRW moeten in de Natura 2000 gebieden in principe uiterlijk 2015 zijn gehaald. Er staat "in principe" omdat volgens een werkdocument van LNV, V&W en VROM er enige verlening / bijstelling van de KRW doelstellingen voor Natura2000 gebieden mogelijk is. In een brief uit 2007 van LNV is aangegeven dat Natura 2000 met een sense of urgency voor water de hoogste prioriteit hebben voor herstelmaatregelen.

2.7 Samenvatting van doelen samengevat in vijf onderwerpen

Uit de drie voorgaande paragrafen is af te leiden dat de KRW aan, grondwater en oppervlaktewater afzonderlijk, aparte doelen stelt. Ondanks deze aparte doelen, kan sprake zijn van een 'toestandbepalende interactie' tussen grond- en oppervlaktewater, dat wil zeggen dat de toestand van het ene compartiment bepalend is voor de beoordeling van de toestand in het andere compartiment. Concreet kunnen de volgende vijf situaties worden onderscheiden:

5. Grondwater beïnvloedt de kwaliteit van oppervlaktewater (voorbeeld fosfaatrijke kwel in een poldervaart of via uitspoeling van met nutriënten en zware metalen vervuild ondiep grondwater);
6. Grondwater beïnvloedt een OWL in kwantitatieve zin (voorbeeld droogvallende beeksystemen of onvoldoende regionale kwel / basisafvoer);
7. Grondwater beïnvloedt via de waterkwantiteit een grondwaterafhankelijk ecosysteem in negatieve zin (verdroging);
8. Grondwater beïnvloedt via de waterkwaliteit een grondwaterafhankelijk ecosysteem in negatieve zin (vermesting);
9. Oppervlaktewater beïnvloedt de kwaliteit van het grondwater(lichaam).

Deze vijf onderwerpen worden in het vervolg van dit rapport verder uitgewerkt. De invloed op de ecosystemen (onderwerp 3 en 4) zijn integraal beschouwd in één hoofdstuk.

2.8 Selectie stoffen

Meerdere stoffen zijn vanuit de optiek van diffuse bronnen van belang voor de interactie tussen grond- en oppervlaktewater. Op basis van het huidige inzicht in de toestand van grond- en oppervlaktewater en geformuleerde maatregelen, is aangenomen dat een toestandbepalende interactie met name aan de orde is voor stikstof, fosfaat, nikkel, zink, koper en bestrijdingsmiddelen. Per regio en gebied kunnen de probleemstoffen verschillen. Daarom wordt in de case beschrijvingen ook ingegaan op andere dan de hierboven beschreven stoffen.

2.9 Monitoring

Het doel van de monitoring meetnetten in Nederland is het geven van informatie over toestand en trend van grond- respectievelijk oppervlaktewaterkwaliteit. De monitoring meetnetten zijn niet bedoeld voor het (kwantitatief) in beeld brengen van interactie tussen grond- en oppervlaktewater. Informatie uit deze meetnetten is daardoor slechts heel beperkt bruikbaar voor het onderbouwen van de interactie of beoordelen van de mate waarin een eventuele interactie toestandbepalend is. Uitwerking van dit onderdeel van de monitoring moet nog plaats vinden. In dit rapport worden aanbevelingen voor een verdere invulling gedaan.

3 INVLOED KWALITEIT GRONDWATER OP OPPERVLAKTEWATER

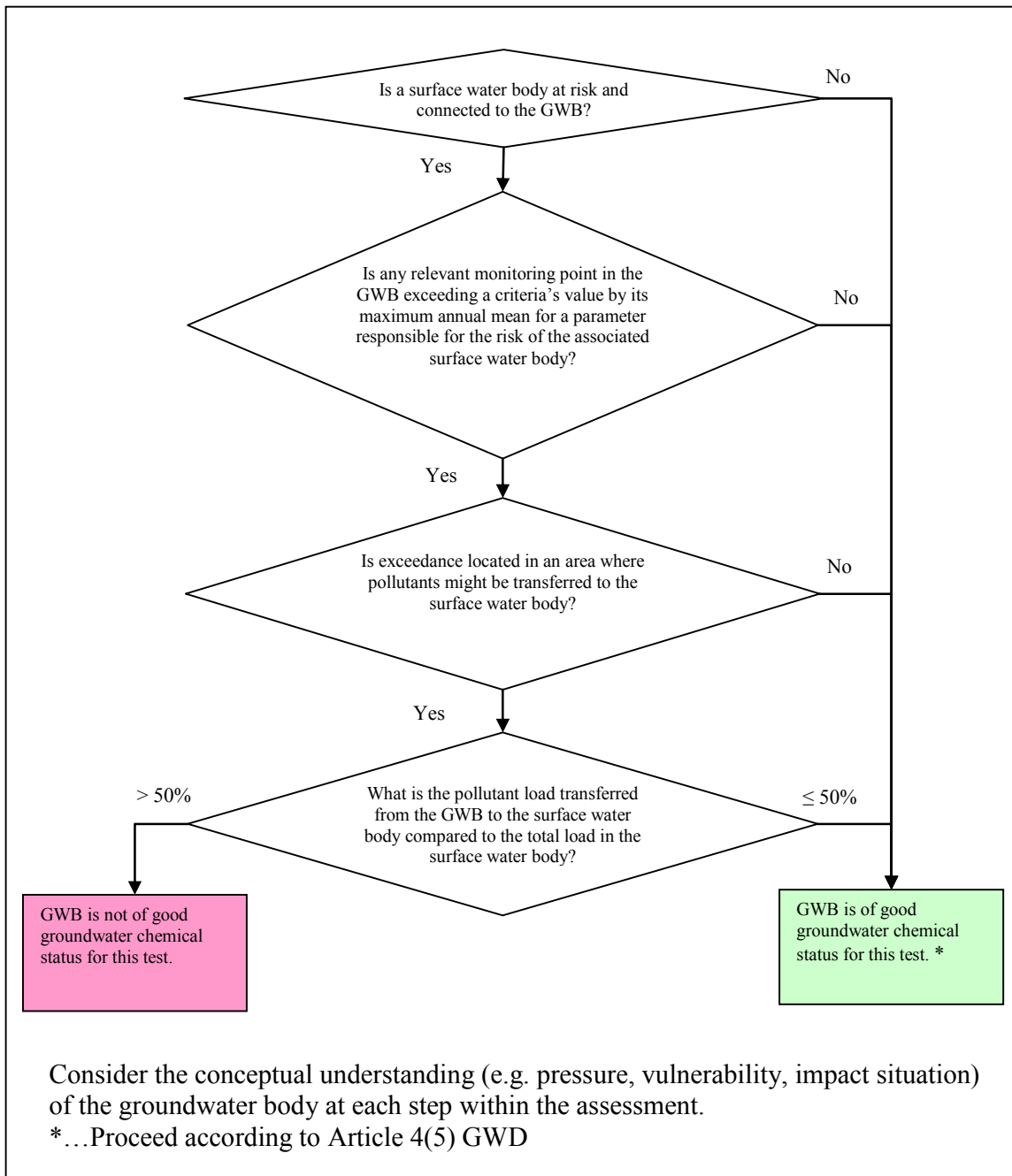
3.1 Korte omschrijving van type interactie

Diverse landelijke en regionale studies geven aan dat het grondwater een substantiële bijdrage levert aan de verontreiniging van het oppervlaktewater. Vooral de belasting met nutriënten, bestrijdingsmiddelen en zware metalen is een probleem. Sinds de inwerkingtreding van de KRW ligt er een duidelijke opgave om de oppervlaktewaterlichamen in een goede toestand te brengen. In de stroomgebiedbeheersplannen die nu worden opgesteld zijn echter maar beperkt maatregelen opgenomen om de uit- en afstroming vanuit het grondwater te minimaliseren. Dit is deels te verklaren omdat de mate van beïnvloeding van het grondwater op het oppervlaktewater onvoldoende in beeld is.

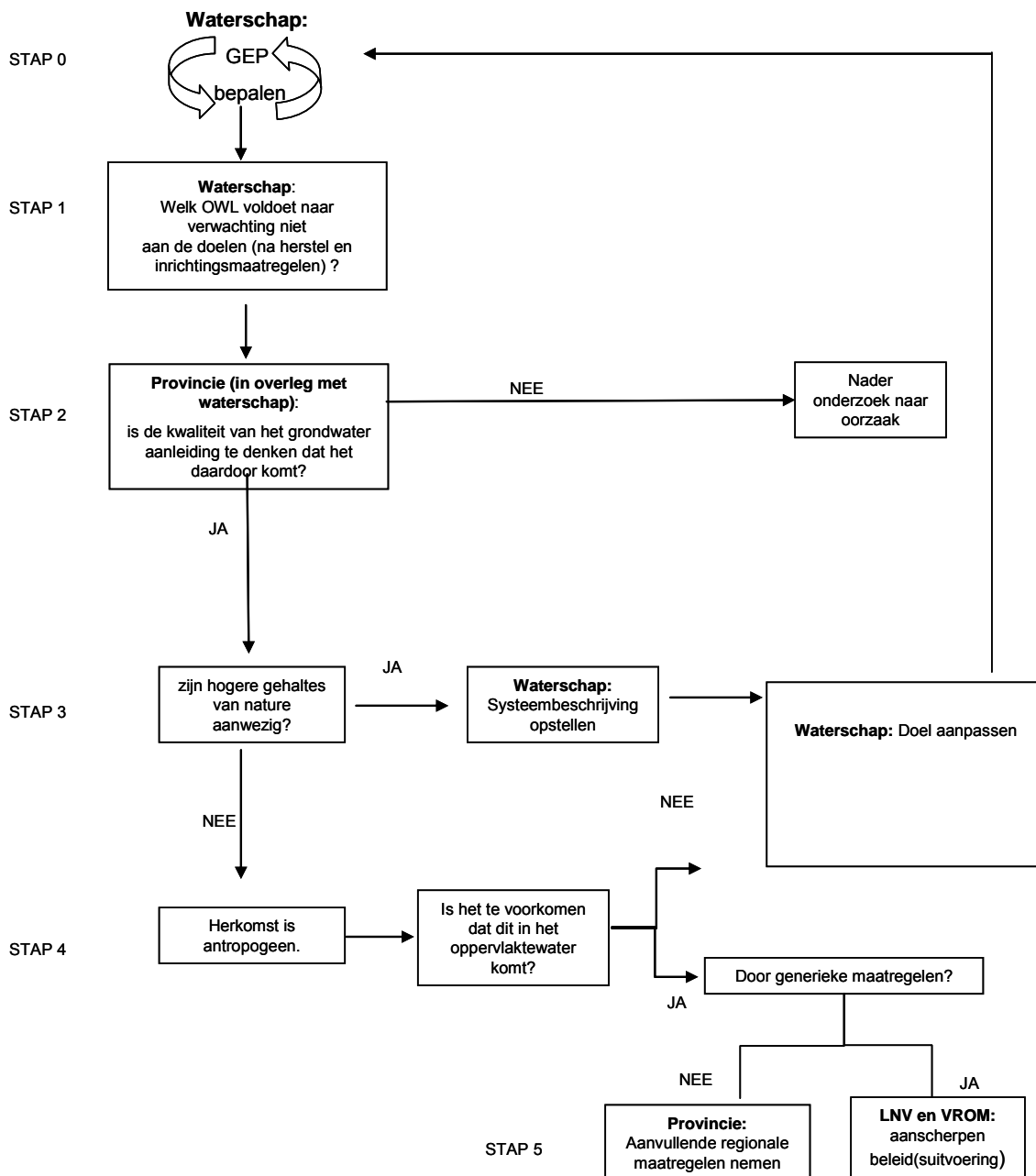
3.2 Uitwerking stroomschema

De EU guidance on chemical status (EU 2007C) bevat een stroomschema voor het bepalen van de invloed van een grondwaterlichaam op de ecologische en chemische toestand van een oppervlaktewaterlichaam (figuur 3.1). Het Europese schema is gericht op het vaststellen van de toestand van de grondwaterlichamen. Voor de Nederlandse situatie hebben we een schema gemaakt waarin de verschillende partijen en te nemen acties zijn uitgewerkt (figuur 3.2). In de diverse Nederlandse protocollen worden nog stroomschema's gemaakt voor het afleiden van de goede grondwater- en oppervlaktewatertoestand. Figuur 3.2 moet daarom niet als een letterlijke vertaling van figuur 3.1 worden gezien.

Figuur 3.1 Concept EU stroomschema voor bepalen van invloed van grondwater op de ecologische en chemische kwaliteit van het oppervlaktewater



Figuur 3.2 Voorstel voor Nederlands stroomschema voor bepalen van invloed van het grondwater op de chemische toestand van oppervlaktewaterlichamen



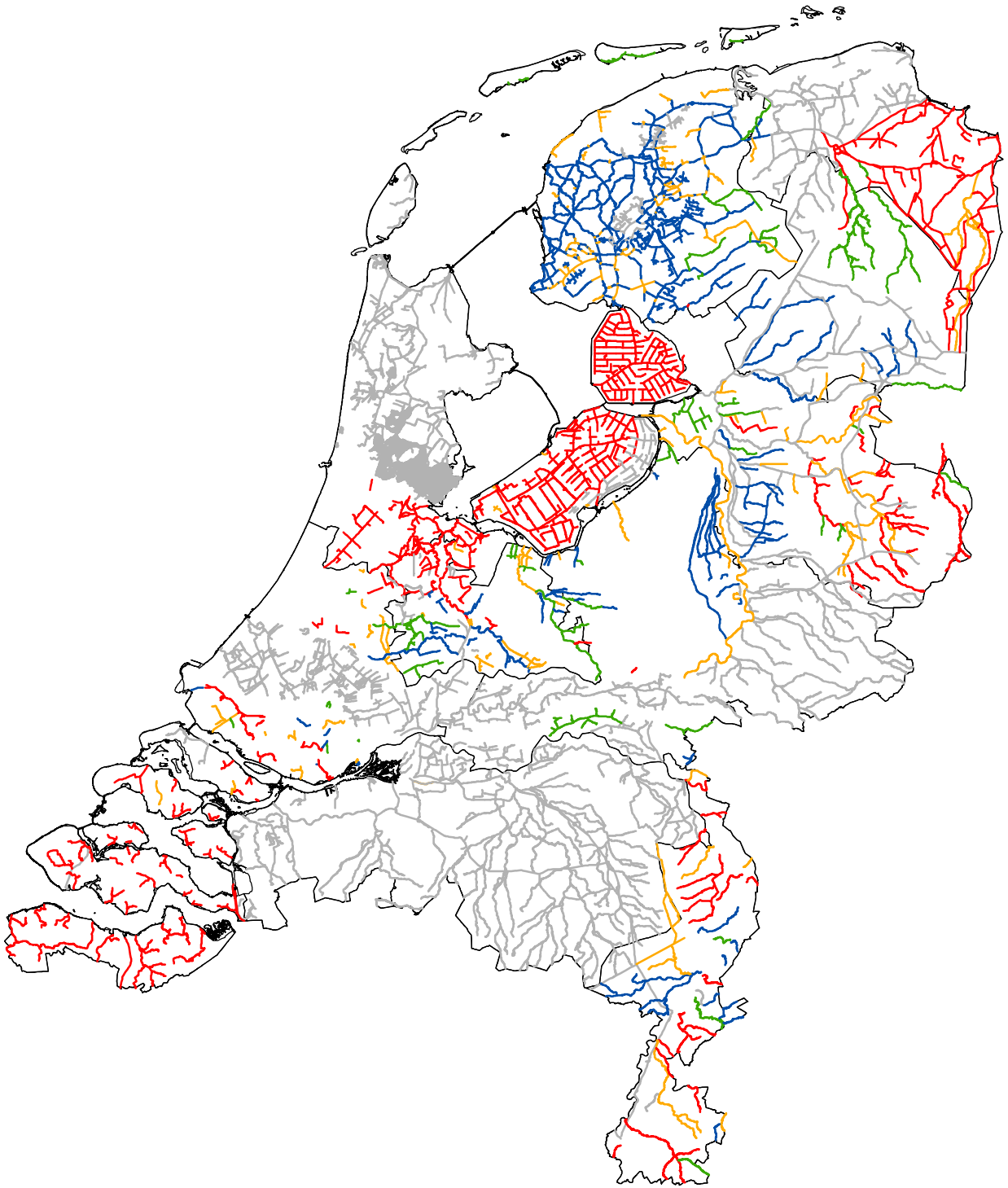
3.3 Landelijk overzicht; waar speelt het en wat zijn knelpunten?

Stap 0: Afleiden van het GEP

Het Goede Ecologische Potentieel wordt afgeleid voor de sterk veranderde en kunstmatige waterlichamen. Bij het afleiden van het GEP wordt rekening gehouden met menselijke ingrepen (Projectgroep Implementatie Handreiking, 2005). Bijvoorbeeld het aanleggen van de Nederlandse polders, en daardoor het aantrekken van brak kwelwater, kan zonder grote sociaal-economische schade niet ongedaan gemaakt worden. In de praktijk is voor het afleiden van de GEP vooral gekeken naar in hoeverre hydromorfologische ingrepen zijn te herstellen. Op basis van een financiële afweging wordt een bestuurlijke keuze gemaakt voor het afleiden van het GEP. Omdat bij het afleiden van het GEP rekening moet worden gehouden met meerdere factoren (doelen en maatregelen in andere waterlichamen, verschillende maatregelvarianten, etc) is het afleiden van het GEP een iteratief proces.

Stap 1: welke oppervlaktewaterlichaam voldoen niet aan de doelen na herstel en inrichtingsmaatregelen?

Bij het schrijven van dit rapport (voorjaar 2008) waren de waterbeheerders tegelijkertijd druk bezig met het beantwoorden en beargumenteren van bovenstaande vraag. Voor de goede ecologische toestand wordt nog op regionale schaal het Goed Ecologisch Potentieel (GEP) vastgesteld. Bij het afleiden van deze normen is zoveel mogelijk rekening gehouden met de natuurlijke belasting vanuit het grondwater. Daarom mogen de normen voor N, P, Zn en Cu nog gedifferentieerd worden. Om toch een indruk te krijgen of en waar problemen te verwachten zijn is een vergelijking gemaakt tussen de gemeten concentraties N en P, en de norm voor de Goede Ecologische Toestand (GET) voor het betreffende oppervlaktewaterlichaam. Er is gebruik gemaakt van de KRW monitoringresultaten van 2007. De resultaten zijn weergegeven in figuur 3.3 en 3.4. Er is gebruik gemaakt van de aangeleverde gegevens van de waterschappen aan de nationale databank van DGW/CSN. In mei 2008 hadden nog niet alle waterschappen dit gedaan. Naar verwachting zal dit in de zomer van 2008 wel het geval zijn.



Legenda

Vergelijking monitoringdata 2007 met de Goede Ecologische Toestand (GET) per oppervlaktewaterlichaam

- Klasse 1
- Klasse 2
- Klasse 3
- Klasse 4
- Nog geen meetwaarde aangeleverd door waterbeheerder

< 0.75 GET 1.5 >



20,000 10,000 0 20,000 Meters

Titel:
Toestand van het oppervlakte-
water voor stikstof

Project:
Interactie Grond-en
Oppervlaktewater

Opdrachtgever:
CSN

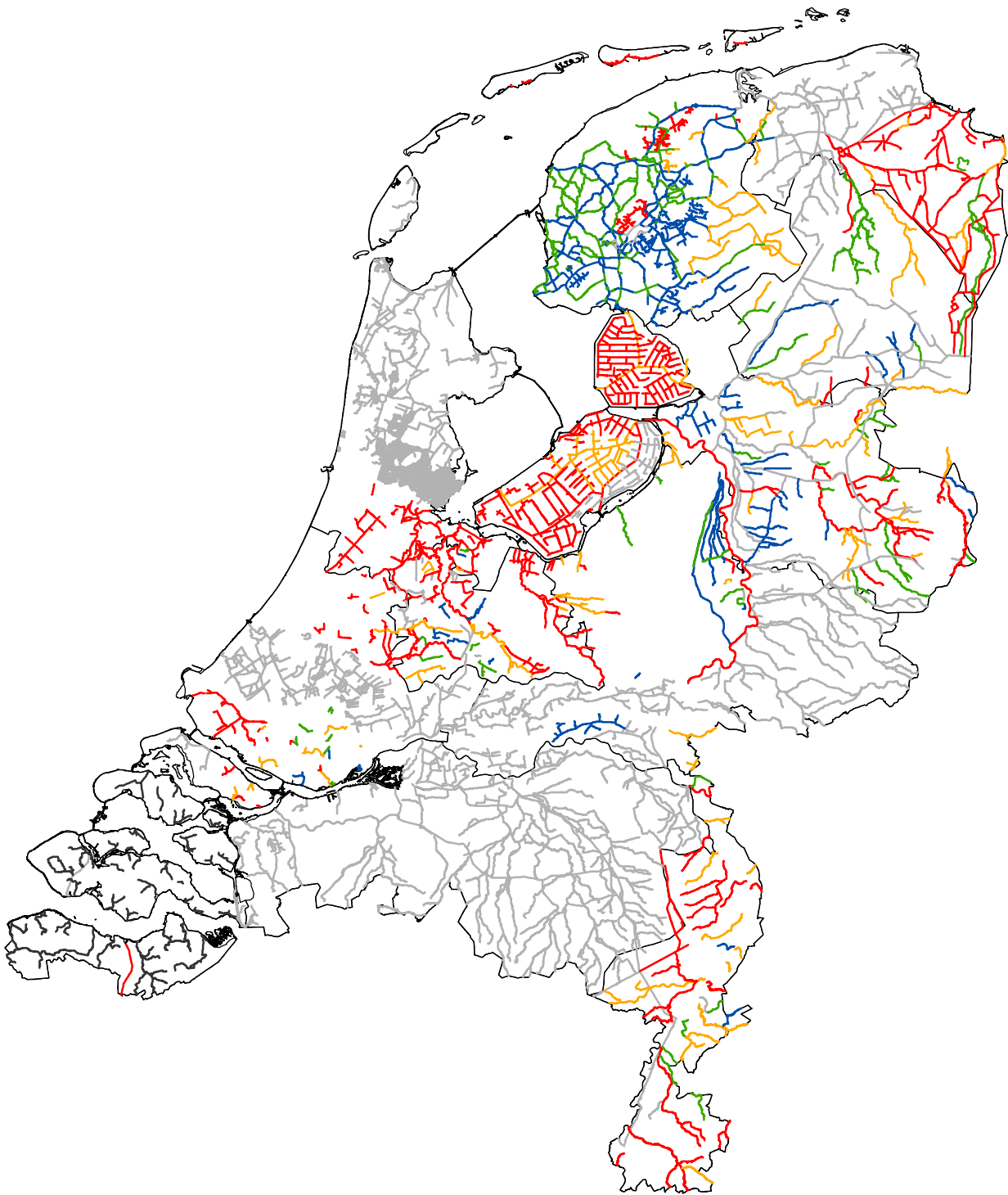
Datum:
25-06-2008

Schaal:

Figuur:
3.3



HASKONING NEDERLAND B.V. IS A COMPANY OF ROYAL HASKONING



Legenda

Vergelijking monitoringdata 2007 met de Goede Ecologische Toestand (GET) per oppervlaktewaterlichaam

- Klasse 1
- Klasse 2
- Klasse 3
- Klasse 4
- Fosfaat geen criterium (brak water)
- Nog geen meetwaarde aangeleverd door waterbeheerder



Titel:
Toestand van het oppervlakte-
water voor fosfaat

Project:
Interactie Grond-en
Oppervlaktewater

Opdrachtgever:
CSN

Datum:
25-06-2008

Schaal:

Figuur:
3.4



Stap 2: is de kwaliteit van het grondwater aanleiding voor niet halen oppervlaktewaterdoelen?

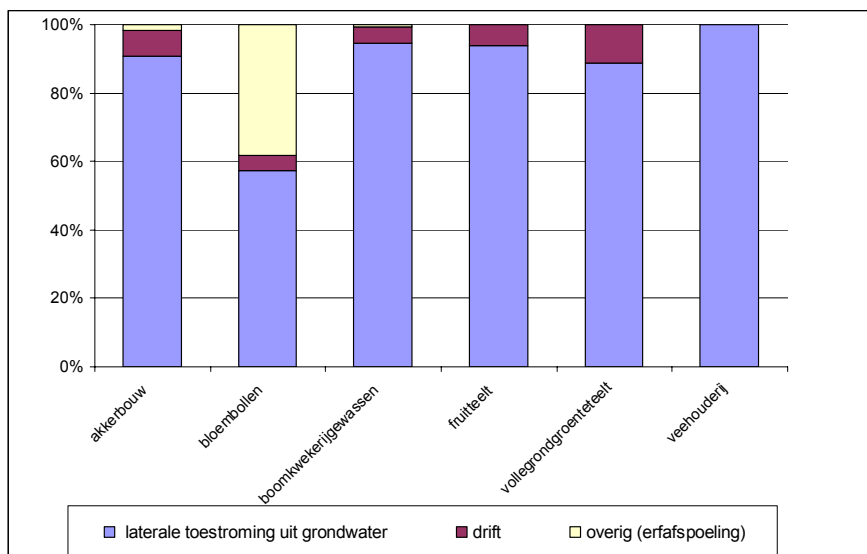
In hoeverre de toestand van het oppervlaktewater wordt beïnvloed door het grondwater is vaak maar in beperkte mate bekend. Een manier om een gedetailleerd inzicht hierin te krijgen is het gebruik van de KRW Verkenner en de achterliggende database van de Nationale Emissie Registratie voor het opstellen van een stoffenbalans. Zo kan een uitsplitsing worden gemaakt in verschillende bronnen:

- uitspoeling grondwater (diepe kwel, ondiepe drainage en basisbodembelasting);
- puntbronnen (RWZI, riooloverstorten);
- externe aanvoer (gebiedsvreemd);
- externe aanvoer (grensoverschrijdend).

Een dergelijke analyse is al eerder gemaakt voor de Provincie Noord-Brabant en zou ook voor de rest van Nederland uitgevoerd kunnen worden. In veel waterschappen is echter nog onvoldoende vertrouwen in de nauwkeurigheid van deze database. Dit wordt soms veroorzaakt omdat men zelf onvoldoende zicht heeft op de eigen waterbalans; anderzijds zijn er nog twijfels over de berekende uitspoelingconcentraties uit het grondwater met het instrument STONE. Dit betekent dat bij veel oppervlaktewaterbeheerders onvoldoende inzicht is in de precieze herkomst van de bronnen. Daarom is in dit rapport geen landelijk overzicht gemaakt. Achtergronden over de studie in Noord-Brabant en STONE worden gepresenteerd in de twee volgende tekstkaders.

In de STONE database en de KRW Verkenner zijn gegevens opgenomen van nutriënten en metalen. Gegevens over bestrijdingsmiddelen ontbreken. In de evaluatie duurzame gewasbescherming (RIVM, 2006) zijn berekeningen opgenomen met resultaten van het landelijke model PEARL en GeoPEARL. Hierin is onderscheid gemaakt aan de bijdrage van laterale uitspoeling, drift en erfafspoeling naar het oppervlaktewater.

Figuur 3.5 Transportroutes van bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater voor verschillende teelten (Gebaseerd op RIVM, 2006).



Het bovenste grondwater is het meest verontreinigd door landbouwactiviteiten. Het diepere grondwater is schoner doordat veel verontreinigende stoffen sterk adsorberen in de ondiepe ondergrond (fosfaat en zware metalen) of worden afgebroken (nitraat).

Tijdens droge perioden wordt het oppervlaktewater voornamelijk gevoed vanuit het diepe, relatief schone 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 (Rozemeijer et al. 2008, RHK/TNO 2007a, Heerdink et al. 2008).

Door verschillen in chemische eigenschappen dringt de ene stof dieper in de ondergrond door dan de andere. Fosfaat en koper zitten voornamelijk in de bouwvoor en komen pas onder zeer natte omstandigheden in het oppervlaktewater terecht. Mobiele stoffen zoals nitraat en sulfaat zijn dieper in het grondwatersysteem doorgedrongen en komen al onder minder natte omstandigheden in het oppervlaktewater terecht.

Voor nitraat en sulfaat wordt het effect van de maatregelen vooral bepaald door de hydrologische snelheid. In de praktijk wordt dit vooral bepaald door de dikte van het watervoerende pakket en in mindere mate door de doorlatendheid. In een ondiep pakket (zeg 5 m dik) is de gemiddelde reistijd naar het oppervlaktewater circa 5 jaar en is in het slechtste geval na 15 jaar vrijwel alle stof weer uit het systeem verdwenen.

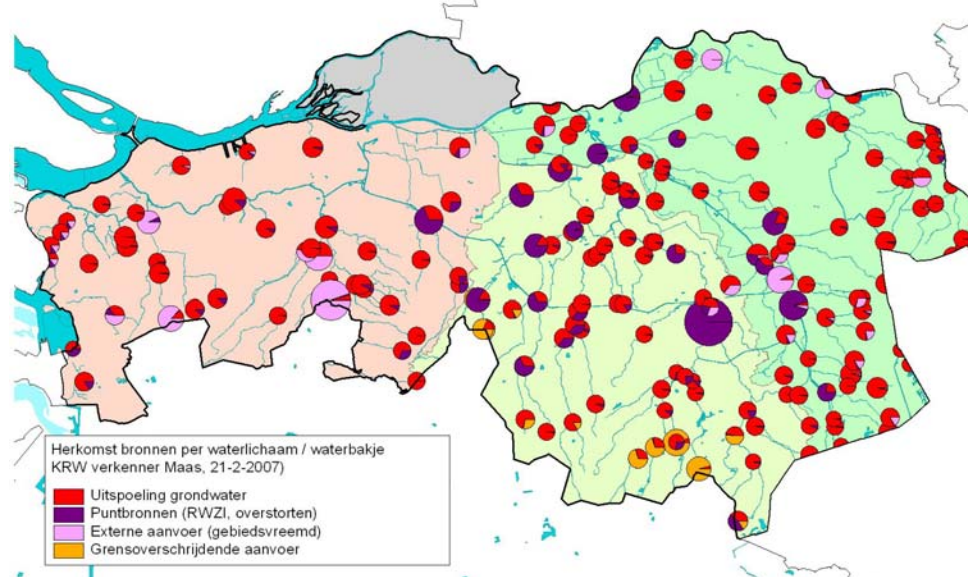
Naast de snelheid van het water is het van belang hoe de stoffen zich gedragen in de bodem: de chemische snelheid. Dit heeft te maken met de mate waarin de stoffen kunnen hechten (retardereren) aan de bodem. Voor retarderende stoffen is niet zozeer de hydrologische snelheid van het systeem, maar vooral de chemische snelheid van het systeem bepalend voor de effecten van maatregelen. De chemische snelheid is met name voor de zware metalen belangrijk.

Intermezzo: bronnenanalyse voor Noord-Brabant (RHK/TNO 2007a)

Op basis van de beschikbare database van de KRW Verkenner (Arcadis 2007) is een Brabant breed beeld te geven van de aanwezige bronnen. Het is met name interessant om te kijken hoe de verdeling is tussen de uitspoeling uit grondwater en de aanvoer uit oppervlaktewater. We hebben de volgende indeling gemaakt:

- uitspoeling grondwater;
- puntbronnen (RWZI, riooloverstorten);
- externe aanvoer (gebiedsvreemd);
- externe aanvoer (grensoverschrijdend).

In onderstaande figuur is de herkomst van bronnen voor stikstof (per oppervlaktewaterlichaam) weergegeven op basis van de gemiddelde jaarconcentratie. De grootte van het bolletje is een maat voor de totale belasting. Voor andere stoffen geldt een vergelijkbaar beeld.



Conclusie was dat er nog grote verschillen zitten tussen de bronnenanalyse op basis van de KRW verkenner (bovenstaande figuur) en de bronnenanalyses van de regionale gebiedsrapportages per waterschap. Dit is relevant omdat deze informatie de basis vormt voor de probleemdefinitie en nadere uitwerking van maatregelen. Voor de toekomst zal er naar verwachting worden uitgegaan van de informatie van de KRW-verkenner. Deze zal in de nabije toekomst nog verbeterd worden. Zo is de KRW-verkenner Maas momenteel gebaseerd op Emissie Registratie 2003 met STONE informatie van 2002. Door de inbreng van de meest recente STONE informatie voor zowel nutriënten als zware metalen zijn er grote veranderingen te verwachten (Van Vliet et al. 2006; Arcadis 2007). Vooral de bijdrage van metalen naar het oppervlaktewater zal minder groot zijn.

In grote lijnen blijkt de bijdrage van grondwater (uitspoeling uit landbouwgronden) bij de KRW-verkenner dominant te zijn ten opzichte van de overige bronnen. Daarnaast is in een aantal gevallen de bijdrage van puntbronnen zoals RWZI's verhoudingsgewijs groot in de beheersgebieden van de Dommel en Aa en Maas.

Intermezzo STONE model

Het model STONE vormt de basis van de uitspoelingsgetallen voor nutriënten en zware metalen in de Landelijke Emissieregistratie (ERC). De ERC is weer de basis voor de uitspoelingsgegevens in de KRW verkenner. STONE is ontwikkeld als landelijk beleidsanalyse instrument. De ontwikkelaars geven aan dat de bruikbaarheid van dit model op regionale schaal nog onvoldoende bewezen.

Terughoudendheid in het gebruik ervan op regionale schaalniveau is daarom geboden. De wijze waarop de hydrologische processen worden meegenomen in STONE bepaalt de regionale toepasbaarheid. Dit zal in de toekomst nog worden verbeterd.

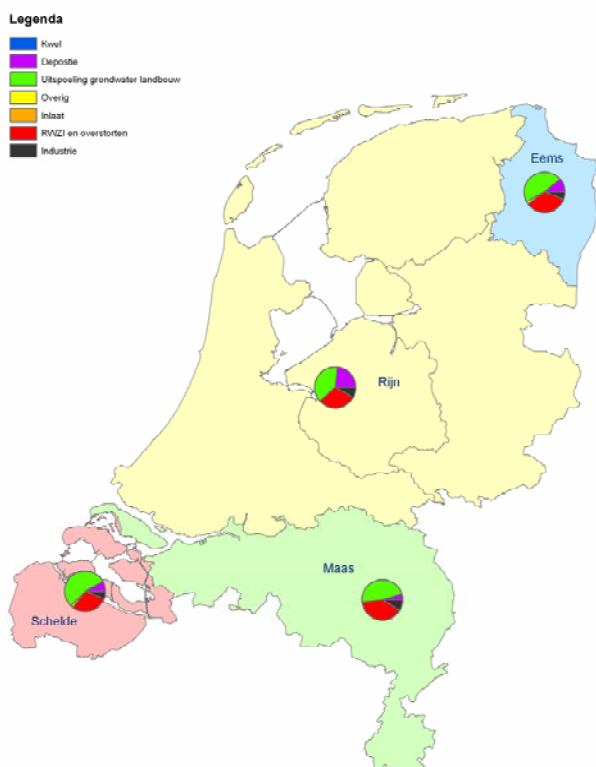
STONE is speciaal ontwikkeld voor de Nederlandse situatie met ondiepe grondwaterstanden en zeer intensief landgebruik met een sterk kunstmatig drainage netwerk. Hiernaast is rekening gehouden met de beschikbare bodeminformatie en de manier waarop door het RIVM de kwaliteit van het bovenste grondwater wordt gemeten.

Als invoer gebruikt STONE landelijke kaarten van hydrotypes (fysisch geografische of hydrogeologische deelgebieden, drainage groepen (op basis van geomorfologie), grondwatertrappen, fysische bodemeigenschappen, klimaat, P-fixatie en landgebruik. Op basis van deze eigenschappen is Nederland ingedeeld in 6405 zogenaamde STONE-plots. Voor elk STONE-plot wordt een 1D kolommodel doorgerekend, waarvan de resultaten representatief worden geacht voor de gebieden in Nederland met dezelfde gebiedseigenschappen. In de 1D-kolom worden de verticale en laterale water- en stofstromen per laag beschouwd als zijnde diffuus en gemiddeld aanwezig. De ondergrens van de kolom ligt bij 13 m –mv. Uitwisseling met diepere lagen wordt meegenomen als kwel (input) en wegzijging (output).

De schematisatie van de hydrologie van STONE is tevens gebruikt voor de vrachtberekeningen van zware metalen naar het oppervlaktewater. Gemeten zware metalengehaltes in de bodem en andere bodemeigenschappen zijn gebruikt als uitgangssituatie. Dat is een verschil met het Stromon model. Dit gebruikt reconstructies van de belasting met zware metalen om de huidige en toekomstige situatie te berekenen in het oppervlaktewater. In Stromon zit dus de gehele geschiedenis van aanvoer van stoffen verwerkt.

Figuur 3.6 geeft een samenvatting van de verdeling per KRW stroomgebied, gebaseerd op Water in Cijfers 2006 en de achterliggende emissieregistratie. Te zien is dat de landbouw in alle deelstroomgebieden een bijdrage heeft van 40% tot 60% op de nutriëntenbelasting. Dit is een gemiddelde voor het gehele stroomgebied. In lokale watersystemen, zonder RWZI's en industrie, is deze bijdrage uit het grondwater nog veel groter (zie kader over studie Noord-Brabant). In deze getallen is geen rekening gehouden met de diepe aanvoer van kwelwater.

Figuur 3.6 Belasting van het oppervlaktewater per KRW stroomgebied (Bron: Water in cijfers, 2006)



Voorlopige conclusie is dat de kwaliteit van het oppervlaktewater (voor N) overal in Nederland sterk wordt bepaald door een bijdrage uit het grondwater. De mate verschilt en is afhankelijk van lokale omstandigheden zoals de bodemopbouw, de historie van het gebied en andere bronnen (inlaat van water, RWZI's). Onze inschatting, mede op basis van de analyse voor Noord-Brabant (RHK 2007b) is dat de bijdrage vanuit het grondwater meestal de belangrijkste reden is voor de overschrijding van de oppervlaktewaternormen. Met de bijgewerkte versie van STONE en de emissieregistratie kan deze analyse per RWSR gebied gemaakt worden. Per RWSR gebied moet beoordeeld worden of de achterliggende landelijke informatie voldoende betrouwbaar is, of dat een regionale verfijning noodzakelijk is. Specifieke lokale omstandigheden kunnen dan apart worden berekend en aan de getallen van de emissieregistratie worden toegevoegd.

Stap 3: zijn hogere gehalten van nature aanwezig?

Grondwaterbijdrage in Hoog-Nederland

De belasting van het oppervlaktewatersysteem door het grondwater is overal in het zandgebied aanwezig. Naast de uitspoeling van nutriënten en metalen uit de opgebrachte mest, kunnen ook van nature aanwezige stoffen uitspoelen. Op de hogere zandgronden is met name de uitspoeling van nikkel en sulfaat door pyrietoxidatie een bekend probleem. De case beschrijving voor De Kempen (paragraaf 3.6) gaat hier nader op in.

Grondwaterbijdrage in Laag-Nederland

In Hoog-Nederland wordt de toestroming van nutriënten sterk bepaald door landbouwkundige bronnen. In Laag-Nederland wordt de uitspoeling naar het oppervlaktewater daarnaast ook sterk beïnvloed door:

- diepe kwel met aanvoer van fossiel zeewater;
- uitspoeling uit de bovenste meters, bijvoorbeeld door afbraak van organisch materiaal (mineralisatie). Dit is de basisbodemuitspoeling.

De twee boven beschreven processen zijn voor West-Nederland beschreven en berekend (TNO/Alterra, 2002). Per type gebied verschilt de bijdrage van kwel en basisbodembelasting (tabel 3.1)

Tabel 3.1 Achtergrondbelasting voor vier type gebieden in West-Nederland (met een deklaag) (TNO/Alterra, 2002)

	Droogmakerijen	Bedijkingen	Hollands veengebied	Rivierengebied
geohydrologie	kwel	-	infiltratie	-
grondwater	-	zout	-	zoet
veen in bodem	-	-	ja	ja
landgebruik	gras en landbouw	landbouw (en gras)	gras	gras
CI-belasting	wisselend	hoog of geen	geen	laag
kwel-P	Veelal aanzienlijk	wisselend	geen	laag of geen
kwel-N	Veelal aanzienlijk	wisselend	geen	laag of geen
basisbodem-P	wisselend	laag	hoog	hoog dan wel laag
basisbodem-N	wisselend	laag	hoog	veelal hoog

Laag-Nederland heeft dus ook zonder landbouw en andere antropogene bronnen te maken met een natuurlijke achtergrondbelasting. Dit is de optelsom van de diepe grondwaterkwel, basisbodemuitspoeling en atmosferische depositie. Van deze drie termen geeft de atmosferische belasting verreweg de kleinste bijdrage. De achtergrondbelasting bepaalt dus tot welk niveau in nutriëntengehaltes bereikt kan worden. Hier kan bij het afleiden van het GEP rekening mee worden gehouden.

De totale achtergrondbelasting met nutriënten (kwel plus basisbodemuitspoeling) is het hoogst in de typische kwelgebieden, de droogmakerijen (tabel 3.1). De bijdrage van de kwel is hier veel groter dan de basisbodemuitspoeling. In de infiltratiegebieden is de totale achtergrondbelasting gelijk aan de basisbodemuitspoeling. Een vertaling van de achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem naar concentraties in het oppervlaktewater is niet mogelijk door een combinatie van factoren:

1. onbekendheid van de rol van (seizoens-afhankelijke) nalevering van de waterbodem naar het oppervlaktewater;
2. de intensiteit van biogeochemische processen zoals PO_4 -fixatie aan Fe-oxides, nitrificatie, etc.;
3. de grootte van de inlaatterm in polderbemalingseenheden en de bijbehorende rol van inlaat op biogeochemische processen in het oppervlaktewatersysteem.

De belasting van het oppervlaktewater door grondwaterkwel in West-Nederland is berekend (TNO/Alterra, 2002) als het product van de kwelintensiteit en de (gemiddelde) grondwaterconcentratie in het onderliggende watervoerende pakket. Voor de nutriënten N en P is geen rekening gehouden met chemische reacties tijdens het uittreden. De werkelijke concentratie in het oppervlaktewater kan uitgerekend worden als ook de kwaliteit van het aangevoerde water bekend is. Dit was tijdens het schrijven van deze studie niet bekend. Er is een onderscheid gemaakt tussen zomer en winterbelastingen. Er kunnen grote verschillen zijn omdat de verdunningsfactor door menging van neerslag en kwelwater sterk verschilt. In de KRW wordt de ecologische effecten vooral beoordeeld voor de zomersituaties. Daarom presenteren we de berekende gehalten voor het zomerhalfjaar voor chloride, ammonium, stikstof en fosfaat

Toelichting bij Figuur 3.7 , 3.8 en 3.9

Figuur 3.7: Zoutbelasting (Chloride)

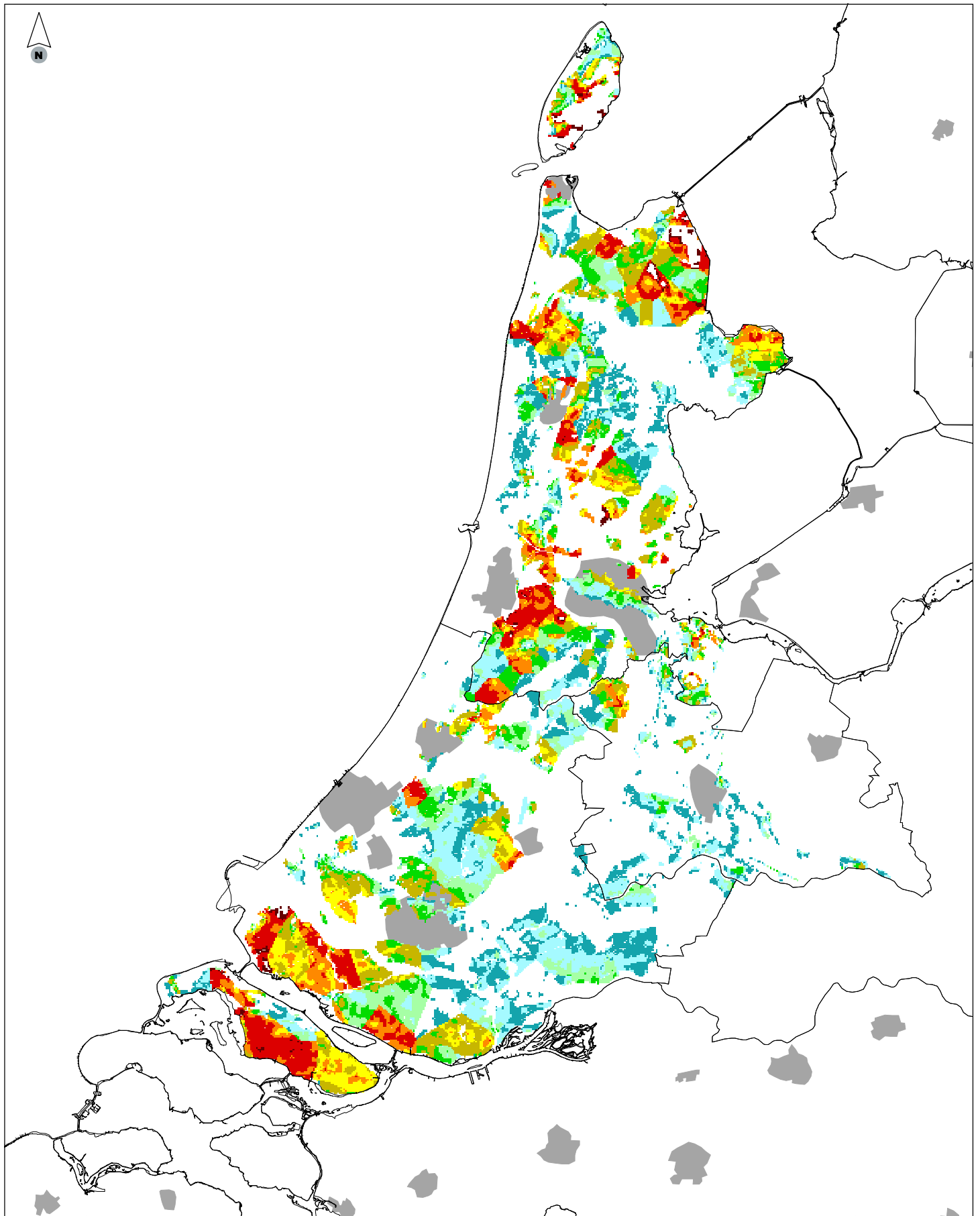
Figuur 3.7 presenteert de achtergrondbelasting van Cl door grondwaterkwel voor het zomerhalfjaar. De situatie voor het winterhalfjaar is vergelijkbaar. De hoogste kwelintensiteiten doen zich voor aan de buitenrand van de droogmakerijen. Dit resulteert in een hoge Cl-belasting (meer dan 5000 kg/(ha.j)) in delen van de volgende polders: Haarlemmermeerpolder, de Schermer, Zuidplaspolder, polders bij Leidschendam, en langs het Noordzeekanaal. In mindere mate is dit ook van belang in Goeree-Overflakkee, Voorne, Wieringermeer, Polder het Grootslag bij Andijk, en het zuidelijk deel van de grote Oud-Noordhollandse droogmakerijen. Kwelgebieden met een geringe belasting (minder dan 250 kg/(ha.j)) liggen in zoet grondwater gebieden: polders in het rivierengebied, (deel)polders binnen de zoetwaterbel van Hoorn, de binnenduin-rand bij Castricum, en het midden van de Midden-Hollandse en Zuid-Hollandse droogmakerij-complexen.

Figuur 3.8 en 3.9: Nutriëntenbelasting (PO4 en NH4)

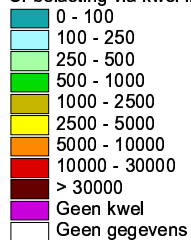
Ruimtelijk ziet de belasting voor NH4 en PO4 er ongeveer hetzelfde uit. De NH4 belasting loopt orde groottes uiteen met maximale waarden van meer dan 500 kg/(ha.j). De PO4-belasting door kwel loopt minder uiteen met maximum waardes tot 25 en 50 kg/(ha.j). Voor beide parameters geldt dat de hoogste waarden veel hoger zijn dan de waarden van de basisbodemuitspoeling. De kwel is dus hier de dominante component.

Gebieden met een NH4-belasting door kwel hoger dan 50 kg/(ha.j) liggen in het Zuid-Hollandse droogmakerijencomplex, Voorne, Overflakkee, het noorden van de Haarlemmermeer, Wilnis-Vinkeveen en het zuiden van Polder Groot-Mijdrecht, delen van de Wieringermeer en de kleine polders ten noorden van Amsterdam. In de Wieringermeer, de droogmakerijen bij de Loosdrechtse Plassen en in mindere mate de Haarlemmermeer, wordt dit vooral veroorzaakt door de hoge kwelintensiteit. In de andere gevallen zijn dit de hoge aanwezige NH4 concentraties. Gebieden met een belasting kleiner dan 10 kg/(ha.j) liggen in het rivierengebied, de zoetwaterbel Hoorn, de binnenduinrand bij Castricum en het zoet/brakwaterlichaam bij Uithoorn-Amstelveen.

PO4 waarden hoger dan 10 kg/(ha.j) komen incidenteel voor, bijvoorbeeld bij Overflakkee en Alexanderpolder in Rotterdam. Gebieden die eruit springen zijn de Haarlemmermeer, de Wieringermeer en Texel. Grotere gebieden met een lage belasting zijn het rivierengebied en de zoetwaterbel Hoorn. Voor het eerste gebied zijn de PO4 concentraties ook laag. Binnen de zoetwaterbel varieert de PO4concentratie ster, maar concentraties groter dan 1 mg P/l zijn niet ongewoon. De lage belasting is daar is dus het resultaat van een lage kwelintensiteit. De kleine polders ten noorden van Amsterdam tezamen met de Wormer en de Purmer kennen verhoudingsgewijs een lage PO4-belasting ten opzichte van de NH4-belasting en de Schermer. Voor de zone langs het Noordzeekanaal geldt het omgekeerde.



Cl-belasting via kwel in de zomer in kg/(ha.j)



(bron: De achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem met N, P en Cl, en enkele ecohydrologische parameters in West-Nederland, TNO, Alterra, 2002)

10000 0 10000 Meters

Titel:
Zoutbelasting door grondwaterkwel
voor het zomerhalfjaar

Project:
Interactie Grond-en Oppervlaktewater

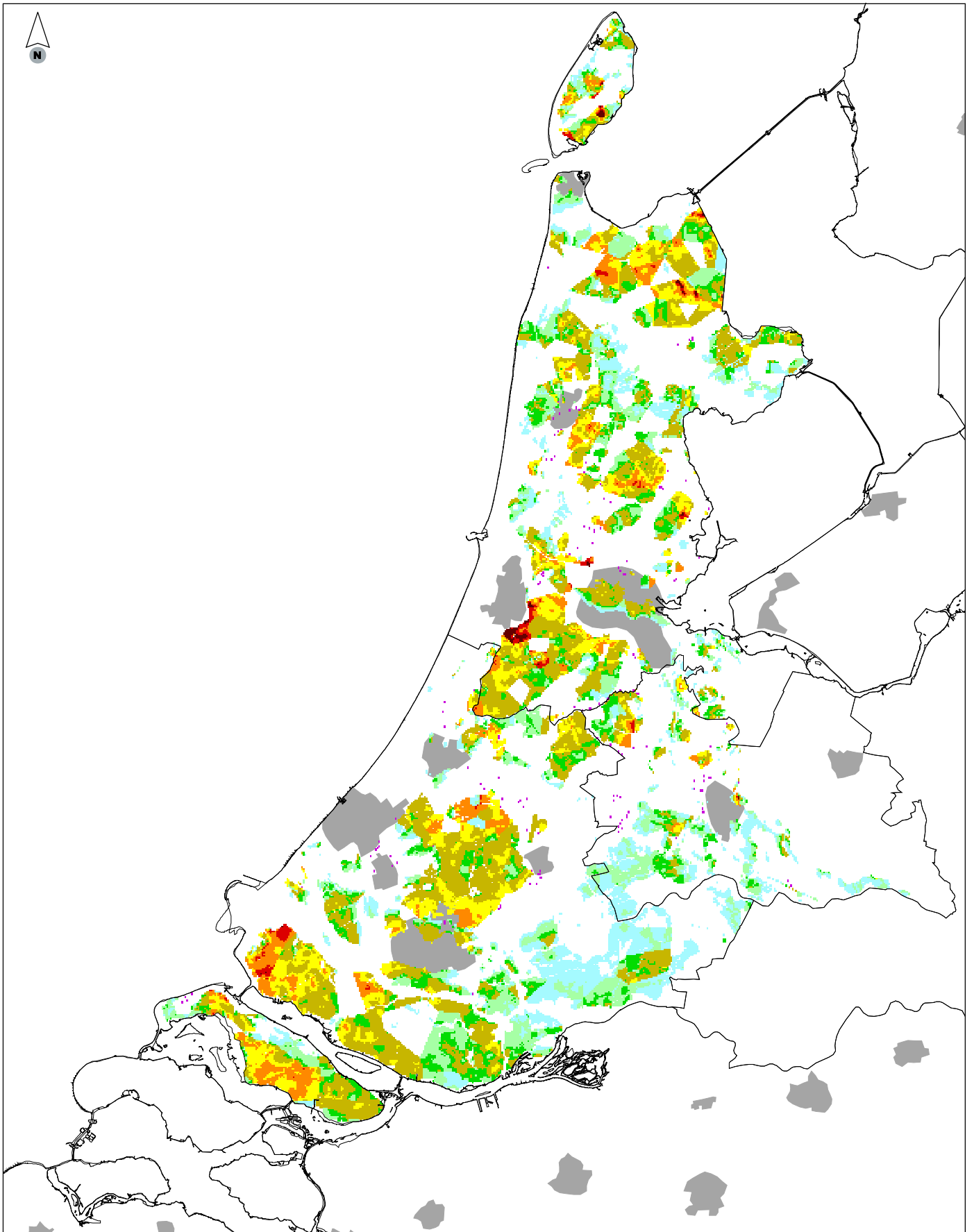
Opdrachtgever:
CSN

Datum:
25-06-2008

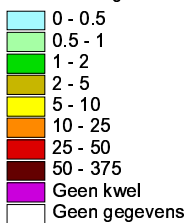
Schaal:

Figuur:
3.7





PO4-belasting via kwel in de zomer in kg/(ha.j)



(bron: De achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem met N, P en Cl, en enkele ecohydrologische parameters in West-Nederland, TNO, Alterra, 2002)

10000 0 10000 Meters

Titel:
Fosfaatbelasting door grondwaterkwel
voor het zomerhalfjaar

Project:
Interactie Grond- en Oppervlaktewater

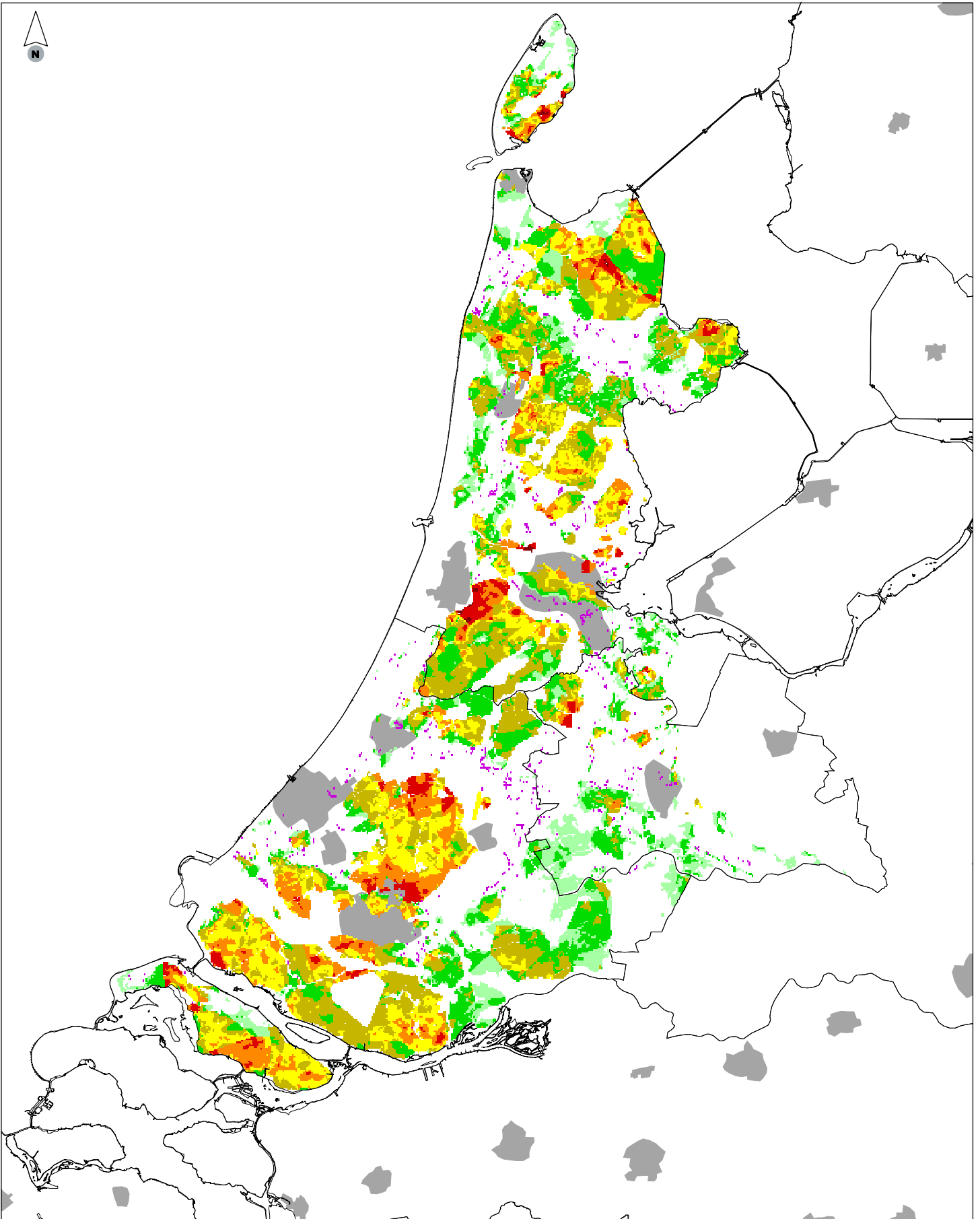
Opdrachtgever:
CSN

Datum:
25-06-2008

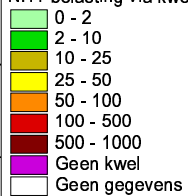
Schaal:

Figuur: 3.8





NH₄-belasting via kwel in de zomer in kg/(ha.j)



(bron: De achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem met N, P en Cl, en enkele ecohydrologische parameters in West-Nederland, TNO, Alterra, 2002)

10000 0 10000 Meters

Titel:

Ammoniumbelasting door grondwaterkwel voor het zomerhalfjaar

Project:

Interactie Grond-en Oppervlaktewater

Opdrachtgever:

CSN

Datum:

25-06-2008

Schaal:

Figuur:

3.9



Stap 4 en 5: is het te voorkomen dat verontreinigingen in het grondwater terecht komen door het nemen van maatregelen?

Alhoewel in veel oppervlaktewateren in Nederland de KRW normen voor nutriënten en in mindere mate voor metalen en bestrijdingsmiddelen worden overschreden, worden maar beperkt extra maatregelen genomen om uit- en afspoeling uit het grondwater, en/of de effecten daarvan, te verminderen. Het huidige landelijke beleid voor mest, diffuse bronnen en bestrijdingsmiddelen is het uitgangspunt. Dit wordt waarschijnlijk verder aangescherpt bij de uitwerking van het vierde nitraatactieprogramma. Regionaal worden er maar beperkt extra maatregelen genomen. Mogelijke te nemen maatregelen worden genoemd in tabel 3.2.

Tabel 3.2 Overzicht van realistische maatregelen ingedeeld naar type maatregel en effect (Bron: (RHK/TNO 2007a))

Type maatregel	Voorbeelden van maatregelen	N	P	Cu	Zn	Ni	Cd	Bm
Bronmaatregelen Minder mineralen en metalen	Minder kunstmest strooien	X	X	X	X		X	
	Beperkt weiden	X	X					
	Minder jongvee	X	X	X	X			
	Hogere levensproductie per koe (oudere koeien houden)	X	X					
	Minder eiwit in het rantsoen	X	X					
	Samenstelling of hoeveelheid krachtvoer aanpassen	X	X	X	X		X	
	Sporencan: metalen beter afstemmen op behoefte vee			X	X		X	
	Eisen aan metalen in veevoer			X	X		X	
	Regels ten aanzien van afvoer voetbadwater			X				
	Kopervrije voetbaden			X				
	Vloebare kunstmest gebruiken	X	X					
	Fosfaatvrije kalkmeststof gebruiken		X					
	Gebruiksnormen N en P aanscherpen	X	X					
	Centrale was en spoelplaats/bezinksloot	X	X					
Bronmaatregelen betere aanwending mineralen en bestrijdingsmiddelen	Eerder stoppen met bemesten	X						
	Later starten met bemesting in het voorjaar	X	X					
	Alleen grondbewerking in voorjaar	X						
	Mestgift optimaliseren (door onderzoek)	X	X					
	Bodemkwaliteit verbeteren (door onderzoek)	X	X					
	Mest scheiden in dunne en dikke fractie	X	X					
	Mestopslag (in het najaar)	X	X					
Minder emissies en belasting door bestrijdingsmiddelen (o.a. sleepdoek, lagere doseringen, keuze voor middelen)							X	
Procesmaatregelen	Droge bufferstroken	X	X					X
	Natte bufferstroken	X	X	X	X	X	X	X
	Vanggewas/wintergewas telen (bv gras onder mais)	X	X					
	Uitmijnen van fosfaat		X					
	Drainage aanleggen (gwstand niet meer in bouwvoor)		X	X	X		X	
	Drainage opheffen (meer infiltratie in bodem)	X		X	X	X	X	X
Effectmaatregelen	Zuivering op lokale schaal (bijv. Puridrain)			X	X	X	X	X
	Zuivering in bovenlopen en sloten (bijv. Helofytenfilters)	X	X	X	X	X	X	

3.4 Monitoring

Huidige situatie

Het KRW monitoringsysteem voor grond- en oppervlaktewater is (voorlopig) los van elkaar opgezet. Uitwerking werd gezien als een lange termijn opgave. Deze vorm van monitoring kan gezien worden als Monitoring Nader Onderzoek.

Aanbevelingen

Met de huidige opzet van de KRW monitoring is de interactie tussen grond- en oppervlaktewater niet goed in beeld te brengen. De bijdrage verschilt sterk per plaats en in de tijd. Daarom wordt aangeraden om modelleren en meten in de toekomst goed op elkaar af te stemmen. Op de langere termijn wordt een regionaal gedifferentieerd landelijk modelinstrumentarium opgezet waarmee de uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater kan worden berekend. Om dit instrumentarium goed te kunnen ijken, zijn metingen in verschillende bodem en hydrologische systemen nodig. We raden aan om in enkele representatieve gebieden hiervoor gedetailleerd te monitoren. Er kan onder andere worden aangesloten op bestaande meetprojecten zoals de Stromon pilot in Noord-Brabant en vier pilot gebieden van Alterra (www.monitoringstroomgebieden.nl). Daarnaast dienen er ook locaties in laag-Nederland te worden opgezet. Het monitoringprogramma dient zich daar te richten (TNO-Alterra, 2002) op:

- de opname van PO_4 door ijzeroxide bij uittreden van anoxisch grondwater via de waterbodem in het oppervlaktewater;
- de nitrificatie van ammonium bij het uittreden van NH_4 -houdend water;
- de relatie tussen polderpeil en grondwaterspiegel;
- de basisbodemuitspoeling voor zee- en rivierkleigronden;
- invloed van de kwel/infiltratieintensiteit op de basisbodemuitspoeling in veenrijke gronden.

In de Stromon-studie (Rozemeijer et al. 2008) zijn drie algemene aanbevelingen gedaan voor de optimalisatie van de grond- en oppervlaktewatermeetnetten en meetprogramma's. Deze aanbevelingen gelden ook voor de rest van Nederland.

1. Verbeteren vergelijkbaarheid meetgegevens

- Beter op elkaar afstemmen van parameterpakketten.
- Beter op elkaar afstemmen van detectielimieten.
- Beter op elkaar afstemmen van de bemonsteringsmethoden.
- Beter op elkaar afstemmen rapportages en wijze van normtoetsing

2 Integrale opzet meetnet

- Oppervlaktewater: ook meten in bovenlopen;
- Oppervlaktewater: afstemming tussen kwaliteits- en kwantiteitsmeetnet;
- Oppervlaktewater: debietafhankelijk bemonsteren;
- Grondwater: handhaven monitoring bovenste grondwater

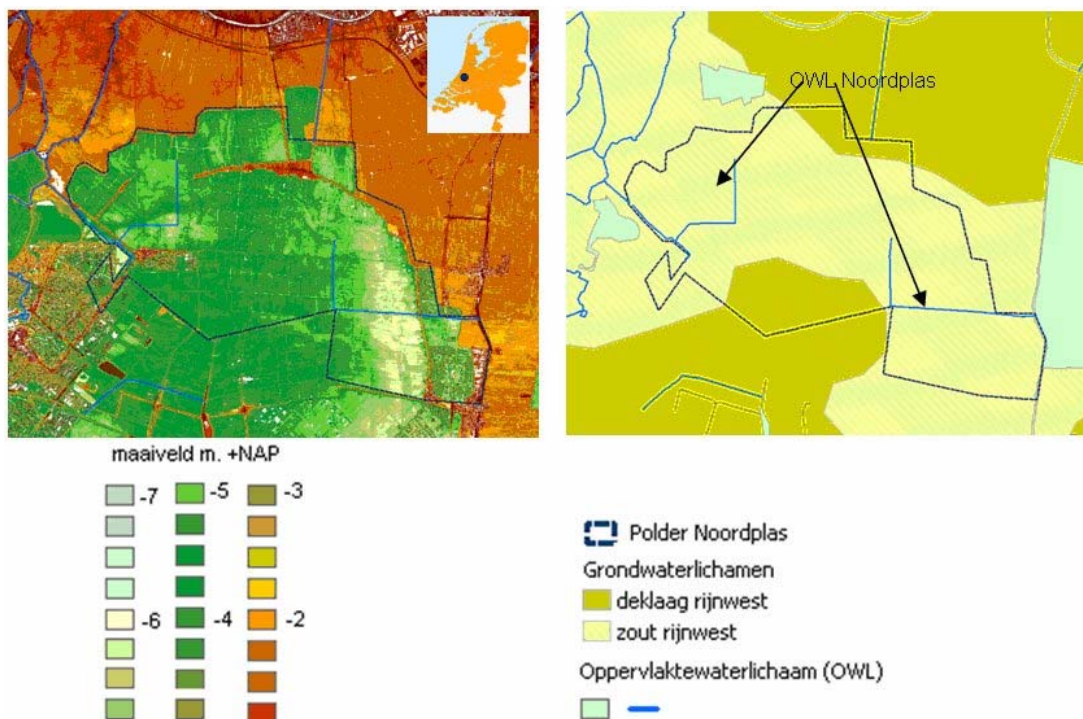
3 Vergroten systeemkennis op lokaal schaalniveau

3.5 Case beschrijving: Polder de Noordplas; chloride en fosfaat beïnvloeding van het oppervlaktewater door het grondwater

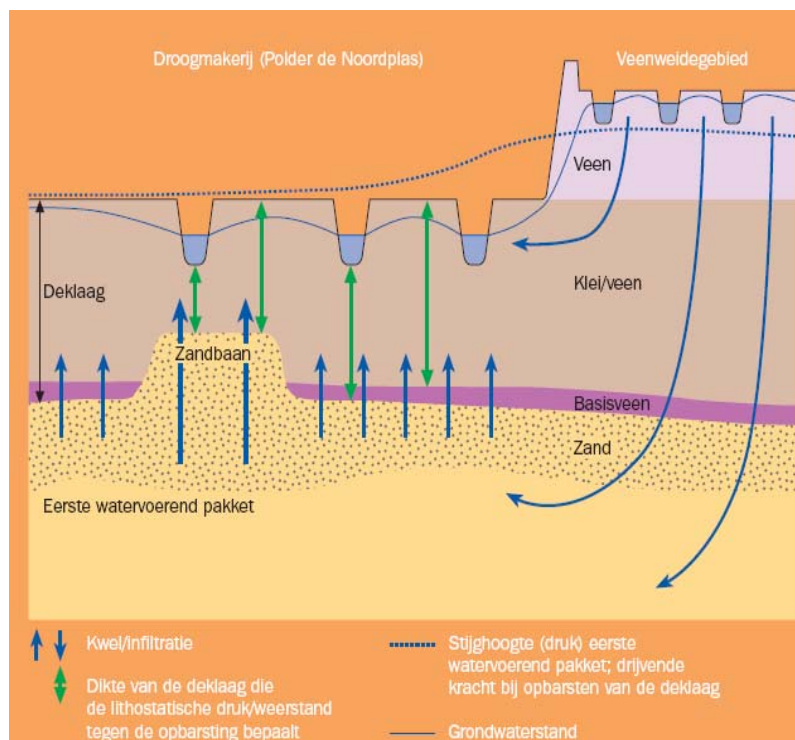
Gebiedsbeschrijving

Polder de Noordplas is een diepe polder ten oosten van Zoetermeer. In de polder bevinden zich 2 oppervlaktewateren die samen het oppervlaktewaterlichaam 'polder de Noordplas' (NL13_27_11825) vormen. De grondwaterlichamen 'Zout Rijn-West' (NLGW0012Z05) en 'Deklaag Rijn-West' (NLGW001203) zijn de andere waterlichamen van belang voor deze polder. Grondwater uit de omgeving en de 'diepe' ondergrond kwelt op in de polder. Er bevinden zich zandbanen in de polder. Op deze locaties is de weerstand van de deklaag gering en is de kwel relatief groot. Binnen de zandbanen komen wellen voor waar kwelintensiteiten zijn gemeten van wel 2000 mm/d (De Louw, 2004). Veel van deze wellen liggen onder het oppervlaktewater en vormen een bijna directe link tussen het grondwater uit het watervoerende pakket en het oppervlaktewater. In figuur 3.10 wordt getoond waar de polder ligt, waar de waterlichamen zich bevinden en wordt een dwarsdoorsnede getoond met daarin schematisch weergegeven hoe het grondwater stroomt. In deze case zijn de stappen uit figuur 3.2 doorlopen.

Figuur 3.10 Maaiveldhoogtes (links) en KRW waterlichamen (rechts) in de omgeving van Polder Noordplas.



Figuur 3.11 Dwarsdoorsnede en waterstromen in Polder de Noordplas (De Louw, 2004)



Stap 0: GEP

Volgens eerder uitgevoerde ecologische beoordelingen (ontwerp peilbesluit, dec 2006) is met name de inrichting en het beheer van de watergangen in de Noordplas problematisch voor de ecologische toestand (de steile taluds, de beschoeiing van watergangen en het regelmatig schonen van de watergangen). Ook de verrijking van het ecosysteem met organisch materiaal is als probleem beoordeeld, aangezien dit kan leiden tot lage zuurstofgehalten. Verzilting lijkt geen knelpunt te vormen voor het ecosysteem. De soorten die voorkomen hebben een goede chloride tolerantie en gedijen dus in licht brakke sloten. Ook de verrijking van het ecosysteem met nutriënten is bij de beoordelingen niet als een probleem aangemerkt. Dit komt mogelijk door het vele doorspoelen van het watersysteem in de zomer (de beoordelingen worden in de zomer uitgevoerd).

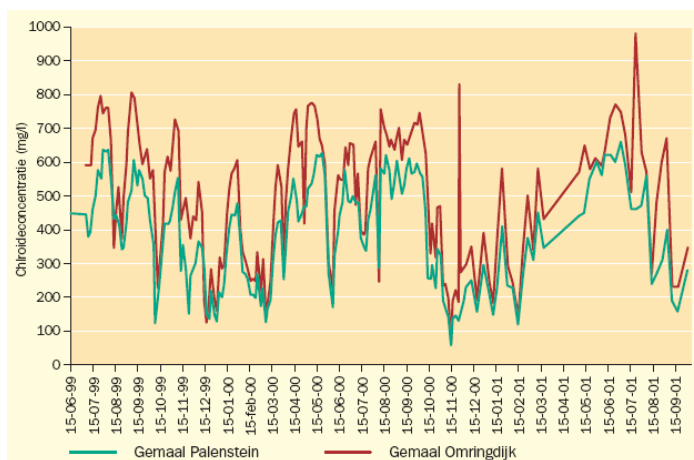
Stap 1: Kwaliteit van het kwel- en oppervlaktewater

De waterkwaliteit (hoge chloride en nutriënten gehalte) wordt wel als probleem gezien aangezien het beperkingen oplegt aan het gebruik van het water (ongeschikt als gietwater) en een negatief effect heeft op het boezemwater (de Gouwe). Het beleid richt zich daarom wel op het verbeteren van de oppervlaktewaterkwaliteit via peilopzet (verminderen van de kwel).

Oppervlaktewater.

De concentraties in het oppervlaktewater van chloride en P zijn variabel. De chloride concentratie varieert van minder dan 100 mg/l tot soms wel meer dan 800 mg/l (zie ook figuur 3.12). De waarden voor P variëren van 0,1mg/l tot meer dan 2 mg/l gedurende het jaar. Voor de KRW zijn twee meetpunten gebruikt waar concentraties bepaald zijn voor de meetperiode 2000-2006. Voor totaal-fosfor is het zomer gemiddelde bepaald, deze bedraagt 0,31 mg/l. De jaargemiddelde chloride concentratie is bepaald op 515 mg/l voor deze periode.

Figuur 3.12 Chloride concentraties in het oppervlaktewater van Polder de Noordplas (1999-2001) (De Louw, 2004)



Grondwater

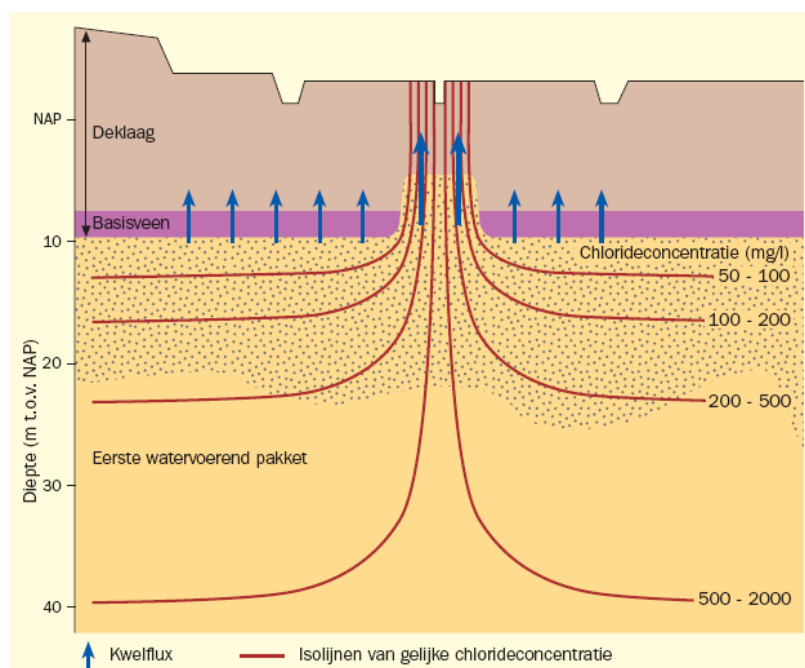
De chloride concentratie in het grondwater neemt met de diepte sterk toe. Op -10m NAP bedraagt de concentratie c.a. 50-100 mg/l oplopend tot 1500-2000 mg/l op -40 NAP. De concentratie tot-P in het grondwater in WVP1 varieert tussen de 1 en 5.7 mg/l.

Stap 2: is de kwaliteit van het grondwater aanleiding voor niet halen oppervlaktewaterdoelen?

Chloride

Uit onderzoek blijkt dat meer dan 80% van de chloride vracht in het oppervlaktewater uit kwelwater afkomstig is (De Louw, 2004). De bijdrage van kwel is relatief constant en de chloride concentratie in het oppervlaktewater wordt met name bepaald door de hoeveelheid bijmenging van regenwater. In het diepe grondwater (30-40m –NAP) zijn de chloride concentraties hoog. De kwel intensiteit in de wellen is zo groot dat er upconing van diep grondwater plaatsvindt. De wellen vormen dan ook een belangrijke bron voor chloride en dragen voor c.a. 60% bij aan de totale verzilting van het gebied.

Figuur 3.13 Upconing van dieper brak grondwater bij wellen (De Louw, 2004)



Fosfor

De netto P belasting vanuit de landbouw wordt geschat op 90 ton per jaar (25kg/ha), P uit kwel wordt geschat op 25 ton/j, neerslag levert ongeveer 4 ton/j en via inlaat komt c.a. 2 ton/j binnen. Via het gemaal wordt ongeveer 8 ton P/j weggepompt. De drainage component (balans op oppervlaktewater niveau) bedraagt 7.6 ton/jaar. Deze component wordt gevoed door neerslag, kwel en landbouw (samen 113 ton/jaar) op polder niveau. Ofwel ruim 93% van de fosfor komt niet tot afstroming en wordt gebonden in de bodem. Kwelwater komt ook direct in de sloot terecht. Een deel van het meegevoerde fosfor wordt vastgelegd in de slootbodembodem, een ander deel komt echter in het oppervlaktewater terecht. Uit onderzoek blijkt dat de uiteindelijke fosfaat belasting van het oppervlaktewater voor c.a. 25% wordt veroorzaakt door landbouw/regenwater en voor 75% door kwelwater (De Louw, et al. 2004).

Conclusie

De kwaliteit van het oppervlaktewater is voor een aantal parameters, zoals P en Cl, sterk afhankelijk van de kwaliteit van het (diepe) grondwater.

Stap 3: zijn hogere gehalten van nature aanwezig?

Voor de KRW zijn voorlopige doelen opgesteld voor zowel de grondwaterlichamen als het oppervlaktewaterlichaam. Voor de doelen van het grondwaterlichaam is gebruik gemaakt van notitie VROM 2007, voor het oppervlaktewaterlichaam zijn gegevens opgevraagd bij het Hoogheemraadschap Rijnland.

Doelen

Doel (max concentratie)	Opp.waterlichaam	Grondwaterlichaam
Chloride	200 - 3000 mg/l	2900 mg/l
P-totaal	0,21 mg/l	10 mg/l

Vanwege de sterke kwel beïnvloeding is het niet mogelijk de lage chloride en totaal-fosfor concentraties te realiseren die elders wel gehaald worden in het oppervlaktewater. Voor het oppervlaktewaterlichaam de Noordplas zijn daarom andere doelen gesteld dan voor de 'reguliere' waterlopen (Faasen, E. 2008). De huidige chloride concentraties in grond- en oppervlaktewater voldoen reeds aan de doelen.

Stap 4 en 5: is het te voorkomen dat verontreinigingen in het grondwater terecht komen door het nemen van maatregelen?

Voor de totaal-fosfor in het oppervlaktewater zal de beoogde reductie gerealiseerd worden door maatregelen in de landbouw sector. Bij het stellen van het doel is reeds rekening gehouden met de 'natuurlijke' aanvoer van fosfor en chloride met het kwelwater.

Conclusie

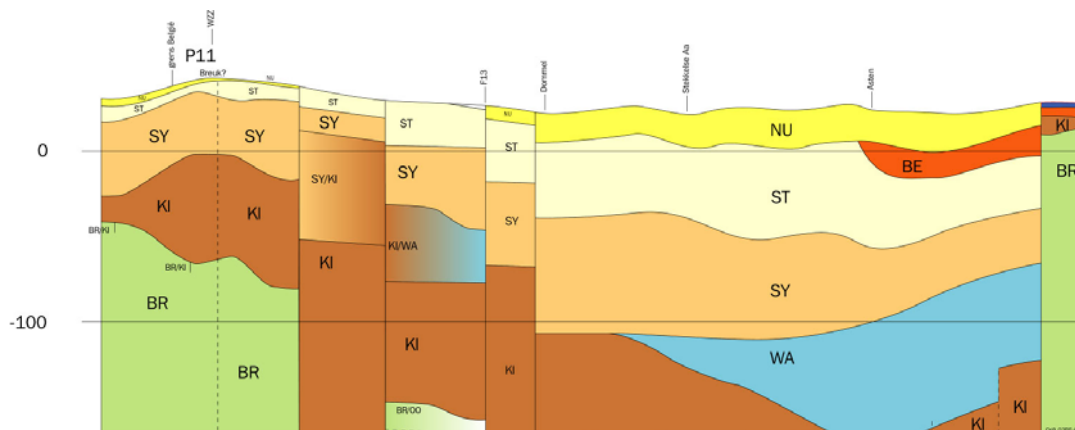
Van nature komen hoge concentraties P en Cl voor in het grondwater. Door de (vroegere) aanleg van de polder kwelt dit water op. Het poldersysteem zelf is geen natuurlijk systeem, maar zal blijven bestaan. Het grondwater beïnvloedt daarmee de kwaliteit van het oppervlaktewaterlichaam de Noordplas sterk voor de parameters P en Cl. De doelen voor de oppervlaktewaterlichamen in de Noordplas zijn daarom aangepast en een goede status is dan ook haalbaar. Blijft nog over wat het effect van het uitgeslagen water van de polder is op het boezemwater. Voor deze gebieden zijn de doelen niet aangepast en vormt de Polder Noordplas een bron van chloride en fosfaat. Dit kan er alsnog toe leiden dat oppervlaktewaterlichamen in een slechte toestand verkeren door toedoen van het grondwaterlichaam.

3.6 Case beschrijving: de Kempen; nikkel- en sulfaatbelasting van het oppervlaktewater door het grondwater

Gebiedsbeschrijving

De rivier de Dommel begint in België ten zuiden van de plaats Peer in de moerassen en vennen van de Donderslagse Heide. Bij Borkel en Schaft komt de Dommel Nederland binnen. De Dommel stroomt door de zandgronden van de streken Kempen en Meierij. In het stroomgebied is veel landbouwland en omdat de grond in het gebied zelf weinig voedingstoffen bevat (het is 'arme' zandgrond) wordt er veel bemest. Onderstaande figuur geeft een indruk van de geologische opbouw waarbij vooral de Sterksel (ST) Formatie weinig reactief is en gemakkelijk verzuurt.

Figuur 3.14 West-oost profiel van de geologische opbouw in het modelgebied (deze figuur is nog volgens de oude naamgeving, de Formatie van Nuenen (NU) heet nu de Formatie van Boxtel)



Op de grens van Nederland en België staan zinkfabrieken. Tot het midden van de jaren '70 zijn via de schoorstenen van deze fabrieken grote hoeveelheden zink en cadmium in de atmosfeer terecht gekomen. Dit zink en cadmium is in de omgeving van deze fabrieken op de bodem terecht gekomen. Het gebied is daardoor zwaar vervuild geraakt.

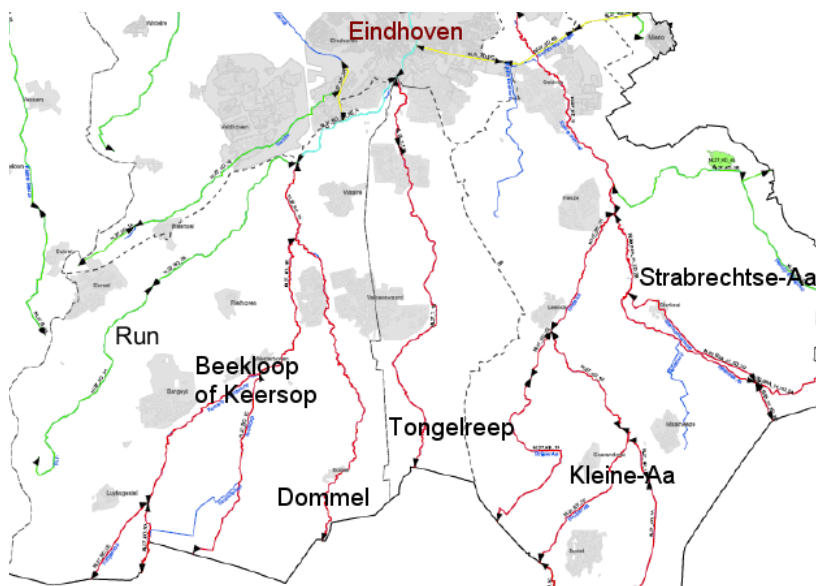
De belasting van de bodem bestaat in het stroomgebied van de Dommel vooral uit atmosferische depositie, mest en uitspoeling van zware metalen uit zinkassenwegen. Atmosferische depositie is iets wat overal en altijd plaats vindt. Zware metalen, stikstof en zwavel zitten altijd in bepaalde concentraties in de lucht en slaan vanuit de lucht neer op het aardoppervlak. De atmosferische depositie van stikstof en zwavel is tussen begin jaren vijftig en medio jaren tachtig toegenomen door industrialisatie, het gebruik van de auto en als gevolg van bemesting. Als gevolg van wetgeving neemt de atmosferische depositie van deze stoffen sinds enkele decennia weer af. De atmosferische depositie van zware metalen was heel hoog in het stroomgebied van de Dommel als gevolg van de uitstoot door de zinkfabrieken. Vervuilende stoffen kunnen ook direct via de mest in de bodem terecht komen. Ook voor meststoffen geldt dat de belasting van de bodem met deze stoffen tussen 1950 en 1985 is toegenomen en daarna als gevolg van wetgeving weer is afgenomen. In het stroomgebied van de Dommel zijn zinkassen (afvalstoffen van de zinkfabrieken) verwerkt in wegen, de zogenaamde zinkassenwegen. Het zink en cadmium uit deze zinkassenwegen komt langzaam vrij en komt daarmee in de bodem en het grondwater terecht.

Behalve het 'bekende probleem' van zink- en cadmiumverontreiniging is in de Kempen ook sprake van een belasting van het oppervlaktewater met sulfaat en nikkel. Juist voor sulfaat en nikkel is het grondwater een belangrijke bron.

Stap 0: GEP afleiden

Volgens de voorlopige GEP beoordeling van het waterschap de Dommel verkeren veel bovenlopen van de Dommel niet in een goede toestand (figuur 3.15)

Figuur 3.15 Voorlopige GEP beoordeling in Waterschap De Dommel



Stap 1: Welke OWL voldoen niet aan de doelen?

Met name Beekloop of Keersop, Kleine Dommel, Tongelreep, Kleine-Aa en een deel van de Strabrechtse-Aa voldoen niet. In een groot deel van deze watersystemen is sprake van overschrijdingen van de MTR waarden voor Zn, Ni, Cu en N-totaal. De vraag is nog welke normen uiteindelijk gebruikt gaan worden voor de toestandsbepaling van de oppervlaktewaterlichamen. Nikkel is voor de KRW een prioritair stof waarvoor een norm is vastgesteld (20 µg/l, opgeloste concentratie). Mogelijk dat deze EU norm nog zal worden aangepast (aanscherping). Voor de andere zware metalen zal de mate van biobeschikbaarheid een rol spelen bij de normstelling (versoepeling).

Stap 2: is de kwaliteit van het grondwater aanleiding voor niet halen oppervlaktewaterdoelen?

Op basis van een watersysteemanalyse (Rozemeijer et al., 2008; RH/TNO, 2007) is geconcludeerd dat de bodem- en grondwaterkwaliteit in sterke mate de kwaliteit van het oppervlaktewater kan beïnvloeden. Doordat sommige stoffen (o.a. SO₄ en Ni) dieper in het grondwaterlichaam terecht zijn gekomen beïnvloed het grondwaterlichaam de oppervlaktewaterlichamen structureel (onder verschillende afvoercondities).

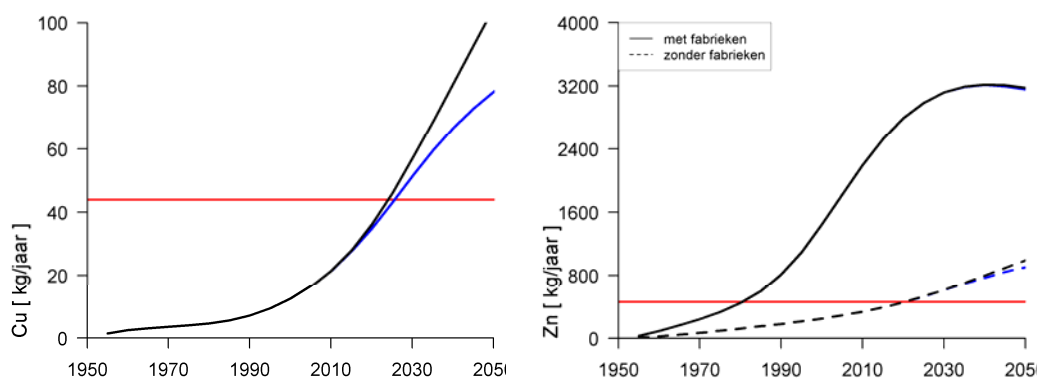
Stap 3: zijn hogere gehalten van nature aanwezig (vrachten en herkomst)?

Met behulp van het Stromon model (Heerdink et al. 2008) is een voorspelling gedaan van de toekomstige belasting van het oppervlaktewater uit het grondwater. Daaruit blijkt dat de concentraties Cd, Zn en Cu ondanks mest-reducerende maatregelen nog flink zullen toenemen.

De concentraties cadmium, zink en koper in het oppervlaktewater zullen vanaf heden nog zeker met een factor twee stijgen. Deze metalen bewegen traag door het bodem-grondwatersysteem; grote hoeveelheden zware metalen hebben zich de afgelopen decennia opgehoopt in de bodem. De hoeveelheden die momenteel het oppervlaktewater belasten zijn maar een fractie van de in de bodem aanwezige zware metalen.

De in de bodem aanwezig zware metalen zullen in de loop van jaren uitspoelen naar het grondwater en daarmee op den duur het oppervlaktewater meer en meer belasten. Koper beweegt van de zware metalen het traagst en de belasting van het oppervlaktewater met deze stof zal daarom het langst door blijven stijgen.

Figuur 3.16 De belasting van het oppervlaktewater met de stoffen koper en zink in de periode 1950-2050 in het substroomgebied van de Run als gevolg van het reduceren van de bemesting (blauw) en 'niet ingrijpen' (zwart). De rode lijn geeft de MTR-waarde aan, omgerekend in kg/jaar voor het stroomgebied. Voor zink is het effect berekend inclusief het effect van de zinksmelters (doorgetrokken lijn) en exclusief dit effect (stippellijn).



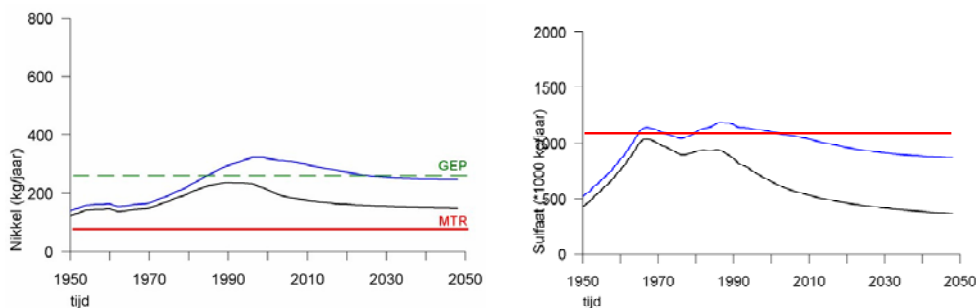
De Kempen is wat betreft cadmium en zink in Nederland een uitzonderlijk gebied. Om ook inzicht te krijgen in de belasting van het oppervlaktewater met cadmium en zink in 'normale' gebieden en het effect van de mestreductiemaatregel hierop in andere kalkarme zandgebieden in Nederland is ook een scenario doorgerekend zonder de zinkfabrieken. De belasting van het oppervlaktewater met cadmium en zink is dan vele malen lager maar toch wordt ook dan een stijging van de belasting naar het oppervlaktewater verwacht en heeft 'generiek' beleid maar een zeer beperkte invloed. Het cadmium en zink dat in de bodem aanwezig is in het scenario zonder zinkfabrieken is vooral uit mest afkomstig. Mestreductie zal dus gevolgen hebben voor het zinkgehalte in de bodem en op lange termijn op het zinkgehalte in het grondwater en het oppervlaktewater. *Duidelijk wordt echter ook dat de belasting van het oppervlaktewater met cadmium en zink, evenals al eerder aangetoond voor koper, de komende vijftig jaar zeker met een factor twee zal stijgen in de kalkarme zandgebieden van Nederland.*

Naast zink en cadmium zijn voor de Kempen ook sulfaat en met name nikkel een probleem. Nikkel kent, in tegenstelling tot nitraat, sulfaat, cadmium, koper en zink, geen hoge maaiveldbelasting in de afgelopen decennia. Toch is nikkel een probleemstof, temeer omdat voor nikkel in het oppervlaktewater een strenge Europese norm bestaat (jaargemiddelde 20 µg/l opgeloste concentratie). Nikkel komt vrij uit het sediment. Met het Stromon model is meer inzicht verkregen in de geochemische processen die nikkelconcentraties in het grond- en oppervlaktewater veroorzaken. Met de modelstudie is aannemelijk gemaakt dat twee processen de afgelopen decennia hoge nikkelconcentraties in grond- en oppervlaktewater hebben veroorzaakt, namelijk: de verdringing van nikkel van het adsorptie complex door kationen zoals kalium en calcium (zoutshok-effect); en het oplossen van nikkelhoudende pyriet door reactie met nitraat (pyriet-effect).

Deze reactie met pyriet verklaart ook de hogere belasting van het oppervlaktewater met sulfaat omdat sulfaat bij die reactie vrijkomt. Beide processen zijn dus aan de mestgift gerelateerd. Zowel de kationen als nitraat zijn meststoffen en de nikkelconcentraties in grond- en oppervlaktewater vertonen daarom ook een duidelijke relatie met de mestgift aan maaiveld.

De figuren 3.17 a en b laat de nikkel- en sulfaatbelasting van het oppervlaktewater zien voor het stroomgebied van de Run, een zijbeek van de Dommel. Gezien het vrij algemeen voorkomen van pyriet in grote delen van Brabant mag worden verondersteld dat dit ook in delen van het stroomgebied van de Run het geval is en is de blauwe lijn het meest waarschijnlijk.

Figuur 3.17 Nikkelbelasting (a) en sulfaatbelasting (b) in het Run stroomgebied. De blauwe lijn is het scenario met pyriet, de zwarte lijn het scenario zonder pyriet die het meest waarschijnlijk wordt geacht, en de rode lijn geeft de MTR weer (Ni 5.1 µg/l, SO₄ toetswaarde 75 mg/l) als functie van de vracht.



Uit de figuren blijkt dat de nikkel- en sulfaatbelasting van de Run fors is en tot concentraties ruim boven de MTR leidt, zeker voor nikkel. Hoewel voorspeld wordt dat de nikkelconcentraties op termijn zullen gaan dalen door het ingezette mestbeleid blijven de concentraties ver boven de MTR. Dit is overigens ook in overeenstemming met vrachtberekeningen in de Stromon Quicksan (Rozemeijer et al. 2008) die zijn gebaseerd op metingen van nikkel in het bovenste grondwater en het grondwater op 10 en 25 m diepte. Juist voor nikkel en sulfaat worden in het ondiepe grondwater (10 m diepte en lokaal op 25 m diepte) hoge concentraties gemeten, ver boven de voorlopig vastgestelde drempelwaarden voor grondwater.

Stap 4 en 5: is het te voorkomen dat verontreinigingen in het grondwater terecht komen door het nemen van maatregelen?

Uit de Stromon pilot-modelstudie blijkt dat verschillende stoffen heel verschillend reageren op maatregelen. Nitraat en sulfaat reageren bijvoorbeeld vrij snel op maatregelen die gericht zijn op reductie van de maaiveldbelasting, maar de zink-, cadmium- en koper concentraties zullen, volgens Heerdink et al., 2008, bij alle gesimuleerde maatregelen de komende 50 jaar nog een stijgende trend laten zien. Effecten van nu genomen maatregelen zullen voor de zware metalen echter op de lange termijn wel een positief effect hebben. Nikkel zit hier qua gedrag tussenin; de piek in nikkelconcentraties ligt rond het jaar 2000 en bij voortzetting van de reductie van de maaiveldbelasting met meststoffen zullen de nikkelconcentraties in de komende tientallen jaren afnemen. Nikkel is een KRW prioritaire stof in het oppervlaktewater. Of de nikkelconcentraties tot onder deze norm (20 µg/l) kunnen worden teruggebracht is niet met zekerheid te zeggen.

In de Kempen (eigenlijk in heel Zuid-Nederland) komen de nikkelconcentraties in het ondiepe grondwater op veel plaatsen boven de drempelwaarden voor grondwater. Die hoge nikkelgehalten worden gemeten in landbouwgebieden met een dicht drainagestelsel. Op basis van het conceptuele model dat is opgesteld in de Stromon quickscan, mag worden aangenomen dat dit negatieve effecten heeft op de ecologische status van oppervlaktewaterlichamen. Uit kwantitatieve vrachtberekeningen in de quickscan werd al berekend dat meer dan 50% van de nikkel uit grondwater afkomstig was. Dit wordt nog eens bevestigd door numerieke transportmodelberekeningen uit de Stromon pilotmodelstudie.

Laten we het Nederlandse stroomschema los op de nikkelproblematiek in de Kempen dan blijkt dat de kwaliteit van het grondwater op 10 m diepte inderdaad een indicatie geeft om te denken dat de nikkelproblematiek door het grondwater wordt veroorzaakt. De concentraties zijn niet van nature aanwezig maar zijn gemobiliseerd door de mestgift via het zoutshock-effect en het pyrieteffect. Generieke maatregelen helpen mogelijk, maar naar verwachting niet voor 2015, dus doelfasering is minimaal aan de orde. Op basis van de grote mate van overschrijding van drempelwaarden voor nikkel in het grondwater op 10 en 25 m diepte, in combinatie met vrachtberekeningen die problemen met de oppervlaktewater norm indiceren is nader onderzoek naar aanvullende maatregelen nodig en bevindt het grondwaterlichaam zich mogelijk niet in goede toestand voor deze test.

Op basis van deze conclusies moet worden aangenomen dat zink, koper en cadmium concentraties niet voor 2027 kunnen worden teruggebracht tot onder de KRW-normen. Zeker voor de Kempen is doelverlaging voor de KRW daarbij waarschijnlijk aan de orde. Afhankelijk van de ingezette verlaging van de mestbelasting kunnen voor nikkel de concentraties in 2027 mogelijk wel zijn teruggebracht tot onder de KRW-norm. Om hierover steviger conclusies te trekken is het echter nodig meer inzicht te krijgen in de fractie uitwisselbaar nikkel in de sedimenten en in de diepte en ruimtelijke verspreiding van pyrietvoorkomens in de ondergrond. Voor alle stoffen behalve nitraat en sulfaat is een fasering van doelstellingen naar verwachting noodzakelijk omdat 2015 een te korte tijdshorizon is om de waterkwaliteitsdoelstellingen te halen in de Kempen.

Conclusies

Het oplossen van pyriet als gevolg van verhoogde nitraatconcentraties en het verdringen van nikkel van het adsorptiecomplex als gevolg van verhoogde kationenconcentraties hebben beide een duidelijk effect op de nikkelconcentraties in het grondwater en in het oppervlaktewater. Mede door deze processen is er een zodanige belasting van het oppervlaktewatersysteem met nikkel dat de KRW-norm van het oppervlaktewater ruimschoots wordt overschreden. Op basis van de grote mate van overschrijding van drempelwaarden voor nikkel in het grondwater op 10 en 25 m diepte, in combinatie met vrachtberekeningen die problemen met de oppervlaktewaternorm indiceren is nader onderzoek naar aanvullende maatregelen nodig en bevindt het grondwaterlichaam zich mogelijk niet in goede toestand voor deze test.

4 INVLOED KWANTITEIT GRONDWATER OP OPPERVLAKTEWATER

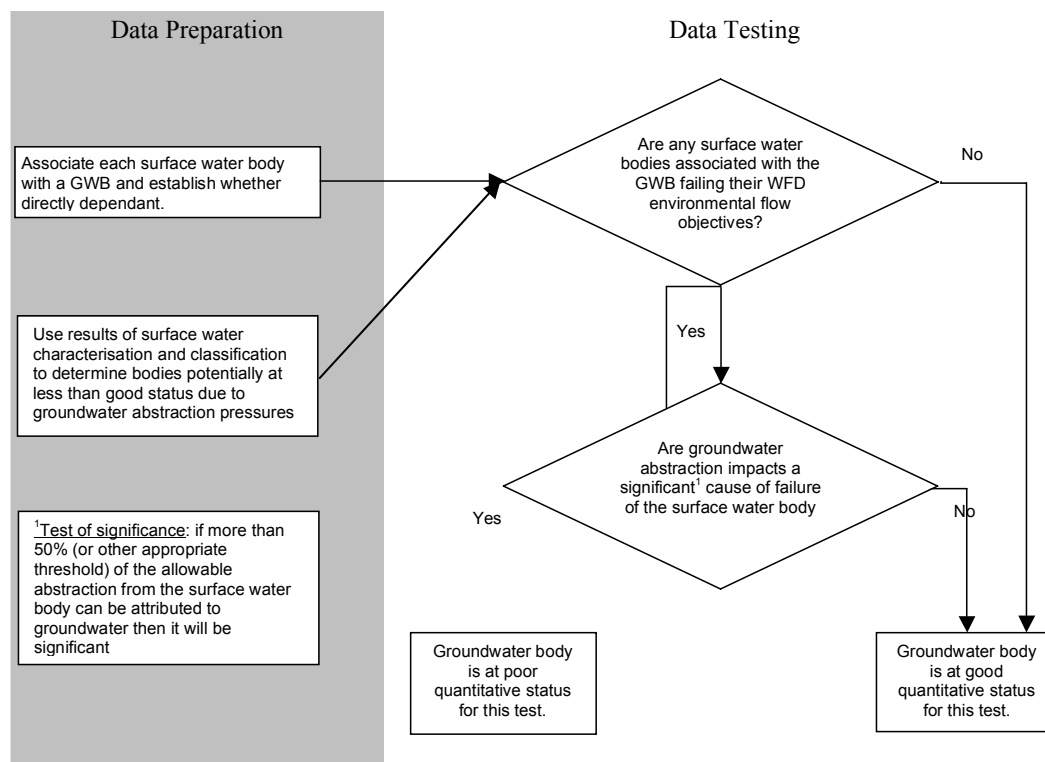
4.1 Korte omschrijving van type interactie

Veranderingen in grondwaterstanden en stijghoogten kunnen van invloed zijn op het oppervlaktewater en het aquatisch ecosysteem. Beken worden bijvoorbeeld, zeker in drogere perioden, gevoed met grondwater. Als de grondwaterstand of stijghoogte verandert, verandert ook de hoeveelheid grondwater die naar het oppervlaktewater stroomt. Of een oppervlaktewatersysteem hier gevoelig voor is, verschilt per systeem.

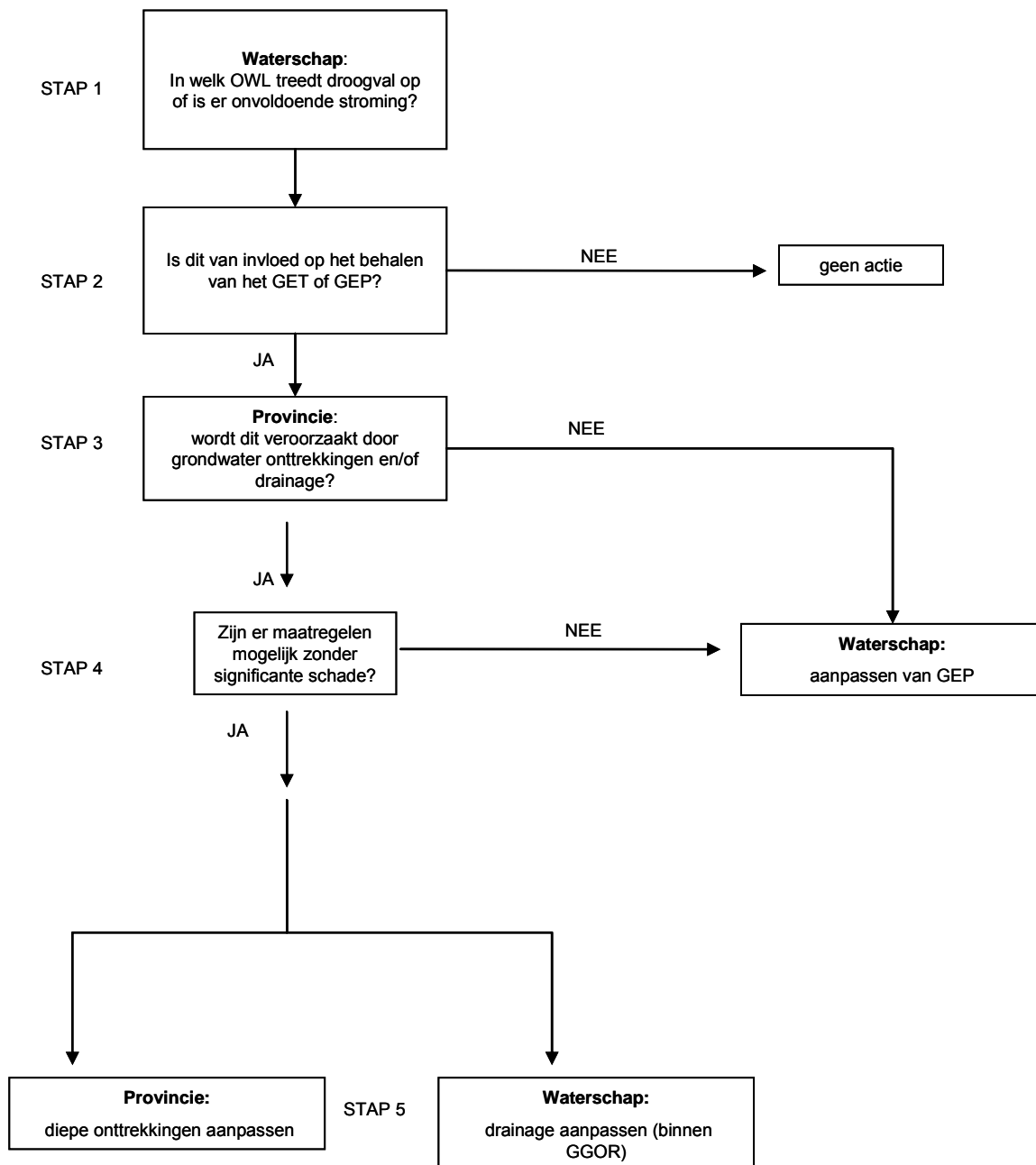
4.2 Uitwerking stroomschema

De EU guidance on quantitative status (EU 2007b) bevat een stroomschema voor het bepalen van de “Environmental Flow Needs” van oppervlaktewaterlichamen (figuur 4.1). Voor de Nederlandse situatie hebben we een schema gemaakt waarin de verschillende partijen en te nemen acties zijn uitgewerkt (figuur 4.2). In de diverse Nederlandse protocollen worden nog stroomschema’s gemaakt voor het afleiden van de goede grondwater- en oppervlaktewatertoestand. Figuur 4.2 moet daarom niet als een letterlijke vertaling van figuur 4.1 worden gezien.

Figuur 4.1 Concept EU stroomschema voor bepalen de “Environmental Flow Needs”



Figuur 4.2 Voorstel voor Nederlands stroomschema voor bepalen van invloed van grondwaterkwantiteit op het oppervlaktewater



4.3 Landelijk overzicht; waar speelt het en wat zijn knelpunten?

Stap 1: In welk OWL treedt droogval op of is er onvoldoende stroming?

Het is een taak voor de waterschappen om te signaleren of en in hoeverre waterlopen te weinig grondwater ontvangen om aan de KRW doelen te voldoen. Deze analyse is op landelijk niveau nog niet goed in beeld. Deze vraag is op verschillende momenten gesteld in het KRW proces: door sommige provincies aan waterschappen, tijdens de harmonisatie interviews en aan de CSN coördinatoren. Maar dit heeft geen duidelijk antwoord voor de situatie in Nederland opgeleverd. Ook is niet duidelijk ten opzichte van welk referentiejaar deze analyse gemaakt moet worden. Bijvoorbeeld het jaar 2000 toen de KRW in werking is getreden of een jaar veel verder terug toen er nog sprake van een hydrologisch meer natuurlijke situatie. De conclusie kan zijn dat dit probleem nauwelijks speelt in Nederland. Ons vermoeden is dat dit niet het geval is en dat er dus nog onvoldoende rekening is gehouden met dit fenomeen. In figuur 4.3 worden aan de hand van de grondwaterrelatiekaart (kwel/infiltratie) op basis van expert kennis, gebieden aangewezen waar de grondwatercomponent aanzienlijk is afgenomen en voor problemen kan zorgen.

Technisch intermezzo: afhankelijkheid van grondwater voor het oppervlaktewater (op basis van V&W, 2007)

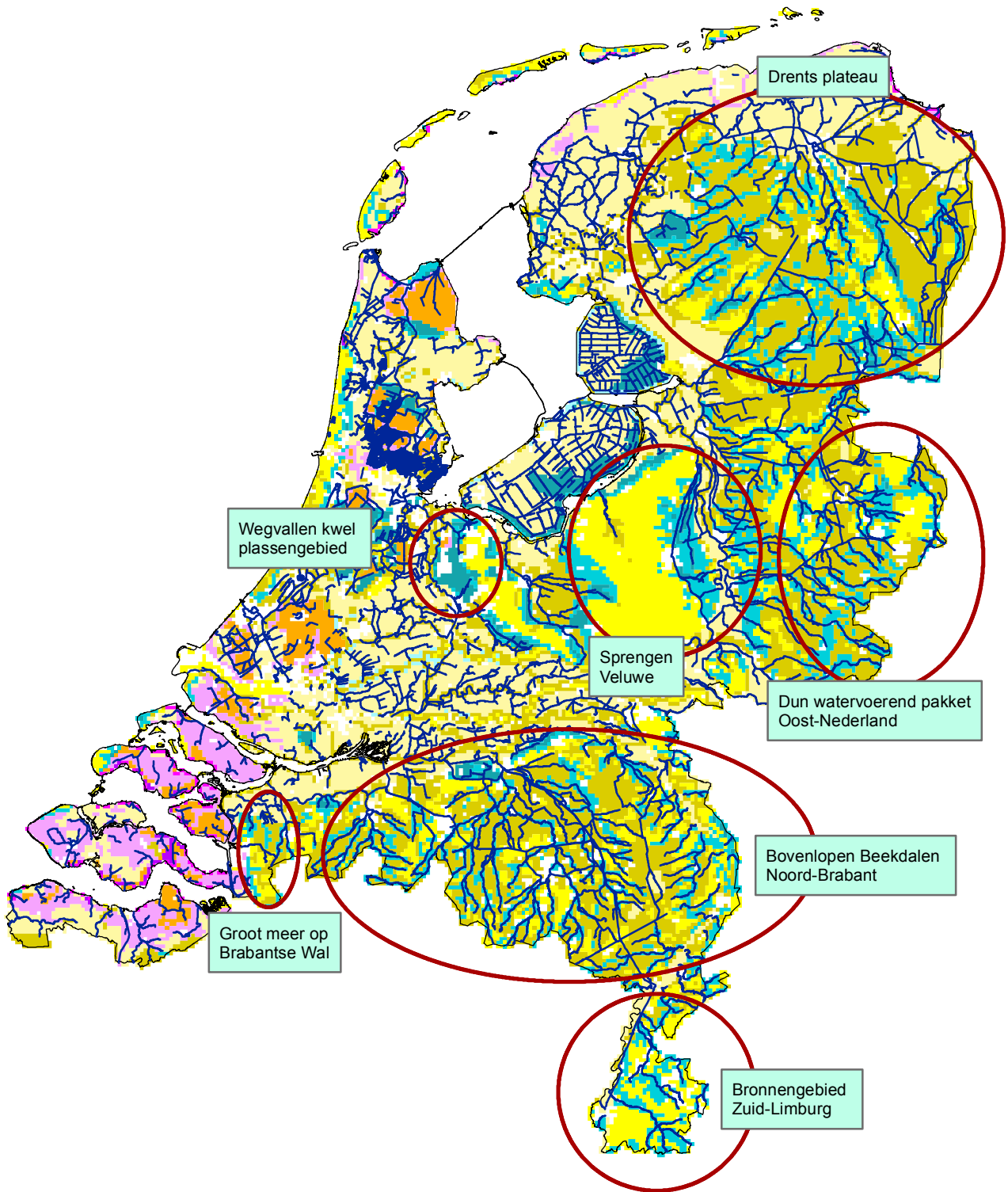
Beeksystemen kunnen van grondwater afhankelijk zijn. De bovenlopen zijn daarbij vaak van lokaal grondwater afhankelijk (regenwater gevoed), terwijl midden en benedenlopen ook regionaal grondwater ontvangen (kwel afhankelijk). Grote oppervlaktewateren daarentegen infiltreren vaak en zijn niet of nauwelijks afhankelijk van het grondwaterlichaam. Daarnaast bestaan er diverse poldersystemen die grondwater ontvangen vanuit diepere watervoerende pakketten.

Veel beken en andere oppervlaktewateren in Nederland worden vanouds gevoed met grondwater. In natte perioden overheerst het ondiepe grondwater en in droge perioden het diepe grondwater. Deze voeding in droge perioden met diep grondwater wordt ook wel basisafvoer of "base flow" genoemd. Door de antropogene veroorzaakte daling in grondwaterstanden en stijghoogten hebben veel Nederlandse beken geen natuurlijke basisafvoer meer, maar worden in droge tijden van water voorzien door bijvoorbeeld de RWZI's.

Grondwater is met name van belang voor het debiet in het oppervlaktewater in droge tijden. *Basisafvoer kan droogval voorkomen* en heeft als zodanig grote invloed op de ecologische toestand van een oppervlaktewater. Daarnaast beïnvloedt basisafvoer de stroomsnelheid. De stroomsnelheid is afhankelijk van zowel het debiet als het profiel van de beek. Als de beek het profiel heeft van een kanaal, kan het debiet voldoende zijn maar is het profiel beperkend. Bij een optimaal profiel kan echter berekend worden wat het minimum debiet is dat nodig is voor het behalen van een goede toestand voor de oppervlaktewaterlichamen.

Stap 2: is de grondwatercomponent van invloed op het halen van het GEP?

Uit de landelijke harmonisatie blijkt dat dit aspect niet of nauwelijks is meegenomen. Het is in ieder geval niet goed is vastgelegd. Het lijkt vooral relevant te zijn voor regionale kwelgebieden met beken met een hoofdfunctie voor ecologie/natuur en voor beken waar de afvoer van RWZI's niet dominant is. In de praktijk zijn problemen met te weinig water vaak opgelost door het plaatsen van stuwen om zo water vast te houden. Een onderzoek naar de letterlijk dieper achterliggende redenen is vaak niet uitgevoerd en maatregelen zijn hier niet op afgestemd.



Legenda

-  Oppervlaktewaterlichamen
-  Inzijging
-  Geen inzijging of kwel van betekenis
-  Plaatselijk / tijdelijk kwel van mengwatertype
-  Plaatselijk / tijdelijk kwel van grondwatertype
-  Plaatselijk / tijdelijk kwel brakke kwel
-  Plaatselijk / tijdelijk kwel zoute kwel
-  Kwel van mengwatertype
-  Kwel van grondwatertype
-  Brakke kwel
-  Zoute kwel

Op basis van de grondwaterrelatiekaart (Klijn, F., 1989)

20,000 10,000 0 20,000 Meters

Titel:
Aandachtsgebieden waar oppervlaktewater wordt beïnvloed door afname aanvoer diep grondwater
Project:
Interactie Grond-en Oppervlaktewater
Opdrachtgever:
CSN

Datum:
25-06-2008

Schaal:

Figuur:
4.3



Stap 3: Wordt de droogval veroorzaakt door grondwateronttrekkingen en/of drainage?

Een landelijk overzicht van de achterliggende redenen van het optreden van droogvallende beken en vennen is niet beschikbaar. Waarschijnlijk is deze kaart wel relatief eenvoudig te maken op basis van huidige inzichten die bijvoorbeeld in de GGOR trajecten worden opgedaan.

Stap 4: zijn er maatregelen mogelijk zonder significante schade?

In hoeverre realistische maatregelen mogelijk zijn is het beste uit te zoeken in het GGOR traject. Hierin worden samen met alle belanghebbenden, zoals waterbedrijven, boeren en terreinbeheerders, maatregelen afgewogen. Maatregelen om de basisafvoer van waardevolle beken te verhogen zou een belangrijk criterium in deze afweging moeten zijn.

4.4 Geplande maatregelen en monitoring

Huidige situatie

Het wegvallen van grondwateraanvoer naar oppervlaktewater is een onderbelicht onderwerp in de uitwerking van de KRW. Er zijn geen concrete maatregelen genomen. Ook het monitoring programma is niet afgestemd op dit onderwerp.

Aanbevelingen

Het risico is dat kansen voor verbetering van de oppervlaktewaterlichamen worden gemist. Dit kan worden voorkomen door het in beeld brengen van de invloed van de basisafvoer op het functioneren van de beek.

Daarom raden we aan om voor elk stroomgebied stapsgewijs het stroomschema in figuur 4.2 uit te werken en te beargumenteren of maatregelen mogelijk en genomen zijn, of wel overwogen zijn maar niet zijn genomen vanwege een te grote significante schade. Mogelijke maatregelen zijn:

- het verminderen van grondwateronttrekkingen
- het aanpassen van het drainagepeil in de omgeving
- het instellen van een beregeningsverbod

We raden aan om de monitoring van beekafvoer voort te zetten. Eventuele veranderingen in het afvoerpatroon ten gevolge van WB21 maatregelen of klimaatveranderingen kunnen dan gesignaleerd worden.

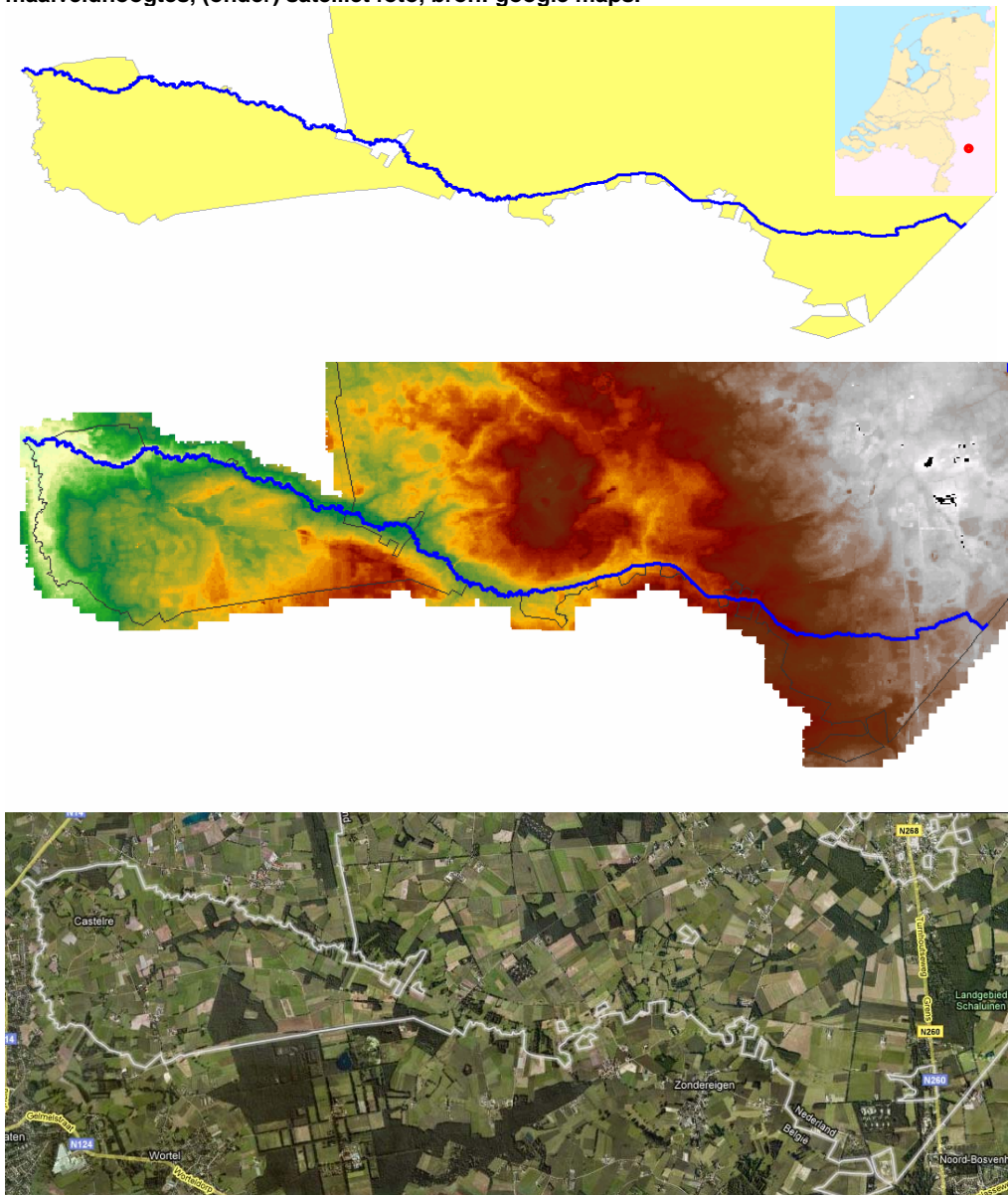
4.5 Case beschrijving: het Merkske - te lage basisafvoer in de zomerperiode

Het gebied rond het Merkske is door de Provincie Noord-Brabant aangemerkt als waterparel. De beek is een KRW oppervlaktewaterlichaam en getypeerd als een permanent langzaam stromende bovenloop op zand. Het bijbehorende grondwaterlichaam is Zand Maas.

Gebiedsbeschrijving

Het Merkske ligt in een beekdallandschap tussen Baarle-Nassau en het Vlaamse Hoogstraten. Het stroomgebied is ongeveer 6000 ha groot, waarvan 3200 ha op Vlaams grondgebied ligt. Het wordt gezien als waardevol agrarisch cultuurlandschap en ook gewaardeerd vanwege het voorkomen van zeldzame vegetatie en karakteristieke fauna. Het Merkske is niet genormaliseerd en ziet er daarom natuurlijk uit.

Figuur 4.4 Het gebied rond het Merkske: (boven) OWL Merkske en GWL Zand Maas, (midden) maaiveldhoogtes, (onder) satelliet foto, bron: google maps.



Geohydrologie

De bovenste laag wordt gevormd door dekzanden. In de hoger gelegen delen zijn deze tot 10 meter dik. Rond de beek is de deklaag afwezig tot enkele meters dik. Hier ligt vaak een veen- en/of zandpakket dat tot 10 meter diep insnijdt. Onder de dekzanden ligt een weerstandsbiedende laag die behoort tot de formatie van Kedichem en Tegelen. Deze is ongeveer 40 meter dik. Het onderliggende watervoerende pakket bestaat uit ongeveer 200 meter kalkrijke marine sedimenten. Water infiltreert op de hogere gebieden en in het beekdal kwelt diep kalkrijk grondwater op.

Stap 1: In welk OWL treedt droogval op of is er onvoldoende stroming?

Het betreft het KRW oppervlaktewaterlichaam Het Merkske. Het is getypeerd als permanent stromend. De basisafvoer van het Merkske wordt voor een groot deel gevormd door de kwelstroom uit het diepe grondwater. Een deel van de snellere afvoercomponent komt ook uit het grondwater, namelijk het ondiepe grondwater en drainwater uit de landbouw. Dit water komt uit het grondwaterlichaam Zand Maas.

Stap 2: Is de grondwatercomponent van invloed op het halen van het GEP?

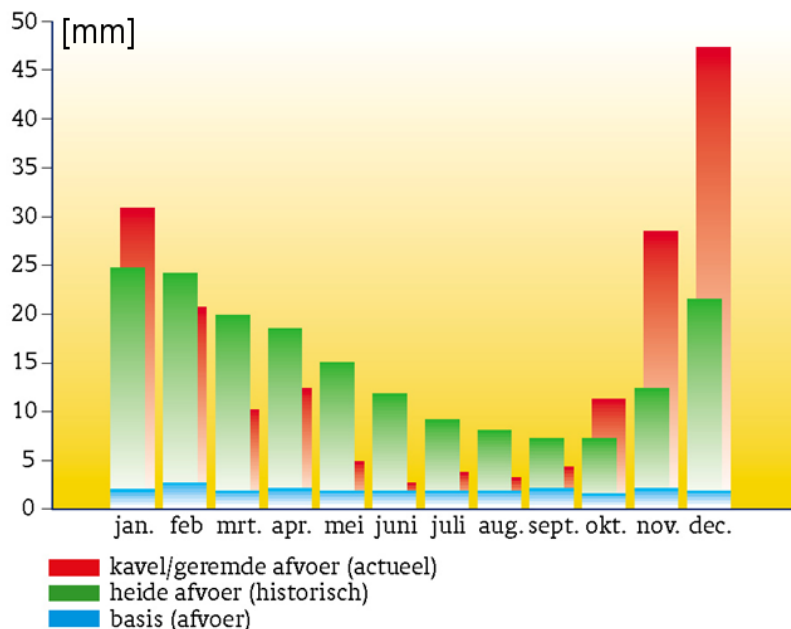
Een van de problemen die er speelt is dat de basisafvoer in de zomer te laag is voor de typische stroomminnende macrofauna. De basisafvoer wordt van oudsher gevoed door opkwellend diep grondwater en water uit zogenaamde buffers. Daarbij moet wel de kanttekening worden gemaakt dat de benodigde basisafvoer voor het Merkske nog niet is vastgesteld. Voorlopig wordt qua hydrologische randvoorwaarden uitgegaan van een natuurlijke referentie maatlat voor een permanent langzaam stromende bovenloop op zand ofwel KRW watertype R4 (Van der Molen & Pot, 2007). Dit betreft evenwel nog algemene informatie en niet voor het Merkske specifieke waarden. In Everts et al 2002 wordt vermeld dat een peil van minimaal 20-70 cm wenselijk is voor het Merkske. In de zomerperiode komen thans lagere waarden voor. Bruikbare debiet berekeningen ontbreken nog (kennishiaat).

Stap 3: Wordt de droogval veroorzaakt door grondwateronttrekkingen en/of drainage?

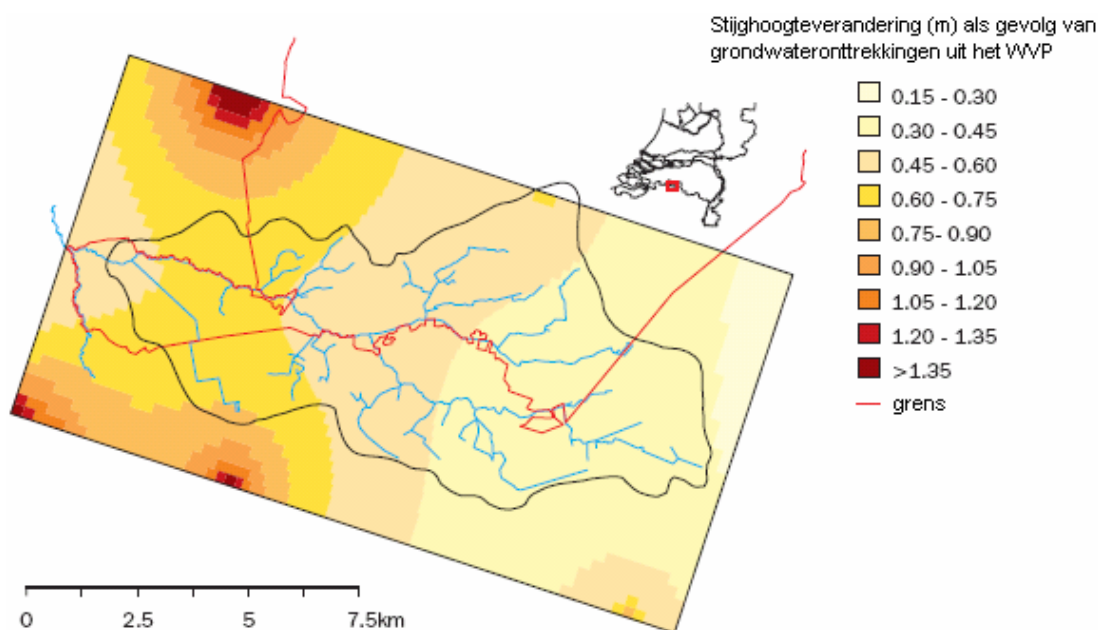
In het stroomgebied van het Merkske hebben veel ingrepen plaatsgevonden in het hydrologisch systeem die een negatief effect hebben gehad op de kweldruk in de Beek.

- Er wordt circa 21 miljoen m³ per jaar aan grondwater onttrokken uit het watervoerende pakket. Dit heeft een verminderde kweldruk tot gevolg.
- Er zijn veel drainage middelen aangelegd die er voor zorgen dat neerslag snel afgevoerd wordt. Dit betekent dat er minder water infiltreert. Daardoor is de kwel in het beekdal is afgenomen.
- In droge perioden wordt er grondwater gebruikt voor beregening, dit zorgt eveneens voor een tijdelijke vermindering van kwel en lokaal ook voor (te) lage grondwaterstanden.

Figuur 4.5 Historische en actuele bijdrage [in mm] van verschillende afvoercomponenten gedurende het jaar.



Figuur 4.6 Stijghoogte verandering als gevolg van (diepe) grondwateronttrekkingen.



Ook andere ingrepen in het systeem hebben invloed op de beek en de basisafvoer. Zo zijn veel vennen, poelen en andere waterbuffers verdwenen uit het stroomgebied waardoor de beek nog afhankelijker is geworden van regen- en kwelwater. Het is niet exact te zeggen welke verandering nu waarvoor verantwoordelijk is. Wel is op basis van modelleringen geschat dat de diepe grondwateronttrekkingen verantwoordelijk zijn voor 60% van de verminderde kwel druk; het intensieve drainage systeem voor 40%.

Het is duidelijk dat de veranderingen in het grondwater er toe bijdragen dat doelen voor het oppervlaktewaterlichaam moeilijker haalbaar zijn of aangepast moeten worden om haalbaar te blijven.

Stap 4: zijn er maatregelen mogelijk zonder significante schade?

Er is een scala van maatregelen nodig om de basisafvoer van de Merkske op orde te krijgen. De benodigde inspanningen liggen in aanpassingen van zowel het grondwater, als het oppervlaktewater systeem. Goede effectrelaties van maatregelen zijn hier (nog) niet voorhanden. Het waterschap is momenteel bezig om via integrale studies hier meer zicht op te krijgen. Voor wat betreft de inspanningen voor de waterwinningen is duidelijk dat het om een grote inspanning gaat. Niet alleen omdat het om een substantiële hoeveelheid water gaat die wordt gewonnen in het gebied, waarvan een deel eventueel verplaatst zou moeten worden. Maar ook omdat deze winningen in België liggen en deze dus buiten de directe invloedssfeer van de provincie vallen. Er worden ook maatregelen voorzien in de haarmaten van het oppervlaktewater. Hierbij valt te denken aan het extensieveren van de drainage en peilopzet om grondwaterinfiltratie te vergroten en waterbuffers te doen toenemen. Deze maatregelen lijken in ieder geval haalbaar.

Conclusie

Samenvattend kan dus worden gesteld dat het Merkske te weinig grondwateraanvoer lijkt te krijgen hoewel de exacte invulling van de GEP nog een leemte in de kennis vormt. Het waterschap is bezig deze leemtes enigszins op te vullen. Of het GEP haalbaar is, en welke maatregelen daarvoor absoluut noodzakelijk zijn, is nog niet definitief duidelijk.

5 INVLOED GRONDWATER OP TERRESTRISCHE ECOSYSTEMEN

5.1 Korte omschrijving van type interactie

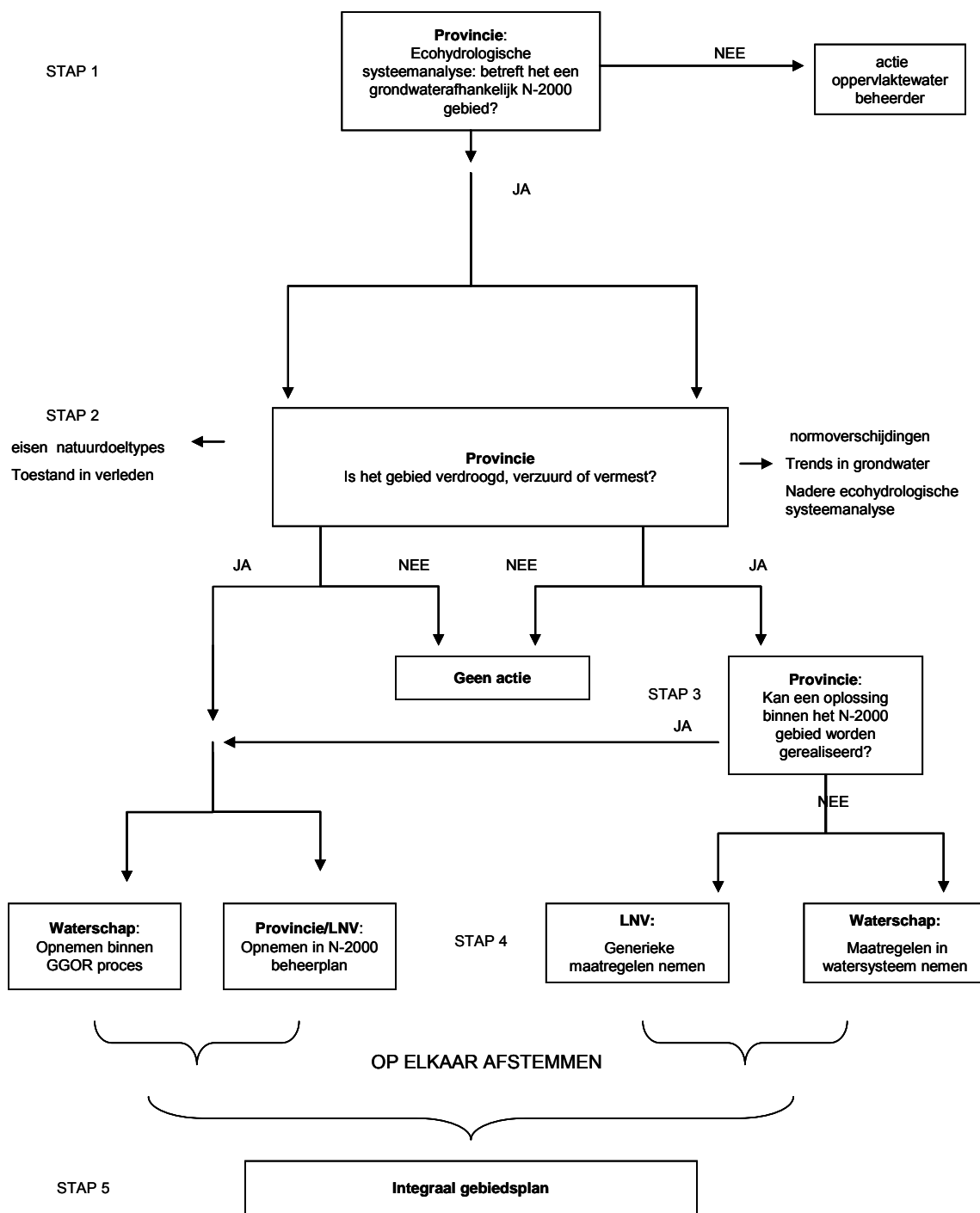
Veel terrestrische ecosystemen zijn afhankelijk van de hoeveelheid en kwaliteit van het grondwater. Een ecosysteem kan afhankelijk zijn van grondwateraanvoer in de vorm van kwel en de hoogte van de grondwaterstand. Antropogene invloeden kunnen zorgen voor een vermindering van de kwel of grondwaterstand, zodanig dat het oorspronkelijke ecosysteem verandert. De KRW (bijlage V) tekst stelt dat er geen schade mag worden toegebracht aan het ecosysteem. Nederland heeft besloten het jaar 2000 (de datum van inwerkingtreding van de KRW) als referentie situatie te gebruiken voor het optreden van schade.

Tot nu toe is vooral gekeken naar de goede toestand van de grondwaterstanden in de natuurgebieden. Echter, ook de kwaliteit van het oppervlaktewater en het grondwater bepalen in hoeverre aan de natuurdoelstellingen kan worden voldaan. Wanneer een gebied te veel vermest of verzuurd is treden er problemen op voor de natuur. En door verdroging kunnen er ook indirect kwaliteitsproblemen ontstaan. Omdat de verschillende milieuthema's met elkaar hebben te maken is een integrale aanpak nodig voor de verschillende milieuthema's voor zowel het grond als oppervlaktewater.

5.2 Uitwerking stroomschema

Zowel in de EU guidance voor de kwantitatieve als de chemische toestand (EU 2007a en 2007b) wordt aandacht besteed aan de invloed op ecosystemen. Deze schema's zijn al eerder in dit rapport gepresenteerd (figuur 3.1 en 4.1). In dit hoofdstuk wordt daarom alleen het schema gepresenteerd voor de Nederlandse situatie. Er is bewust voor één schema gekozen (figuur 5.1), omdat het de voorkeur heeft om, waar mogelijk, voor een integrale aanpak te kiezen.

Figuur 5.1: Voorstel voor Nederlands stroomschema voor bepalen van invloed op terrestrische ecosystemen



5.3 Landelijk overzicht (kaartjes): waar speelt wat en wat zijn knelpunten

Stap 1 Betreft het een grondwaterafhankelijk natuurgebied?

De grondwaterafhankelijkheid per Natura 2000 gebieden is vermeld in een achtergronddocument bij de Natuurbalans 2004 (bijlage 6 van Bouwma et al., 2004). Deze tabel is een bewerking op eerdere gegevens verzameld door Runhaar, Streefkerk, Straathof en van Ek ten behoeve van de karakterisering van grondwaterlichamen. De bewerking betreft de toevoeging van de kolommen aquatisch en vochtig. De informatie maakt ook onderdeel uit van een ruimere studie die in opdracht van de directie Natuur van LNV is uitgevoerd door EC-LNV in samenwerking met onder meer Staatsbosbeheer en Alterra ('Eerste toetsing van de KRW-doelstellingen aan de natuurdoelstellingen van de natuurgebieden opgenomen in het Register Beschermde Gebieden'). Hierbij is onderscheid gemaakt in gebieden die direct grondwaterafhankelijk zijn (mede afhankelijk van regionale of lokale kwel) en indirect grondwaterafhankelijk (geen kwelafhankelijkheid, wel gevoelig voor verandering grondwaterstand via veranderde infiltratie).

De grondwaterafhankelijke gebieden zijn op kaart in figuur 5.2 gepresenteerd. Op basis van voortschrijdend inzicht kan de indeling in grondwaterafhankelijkheid nog worden aangepast. Bijvoorbeeld de gebieden waarvan de status nu nog onbekend is, kan nader bepaald worden.

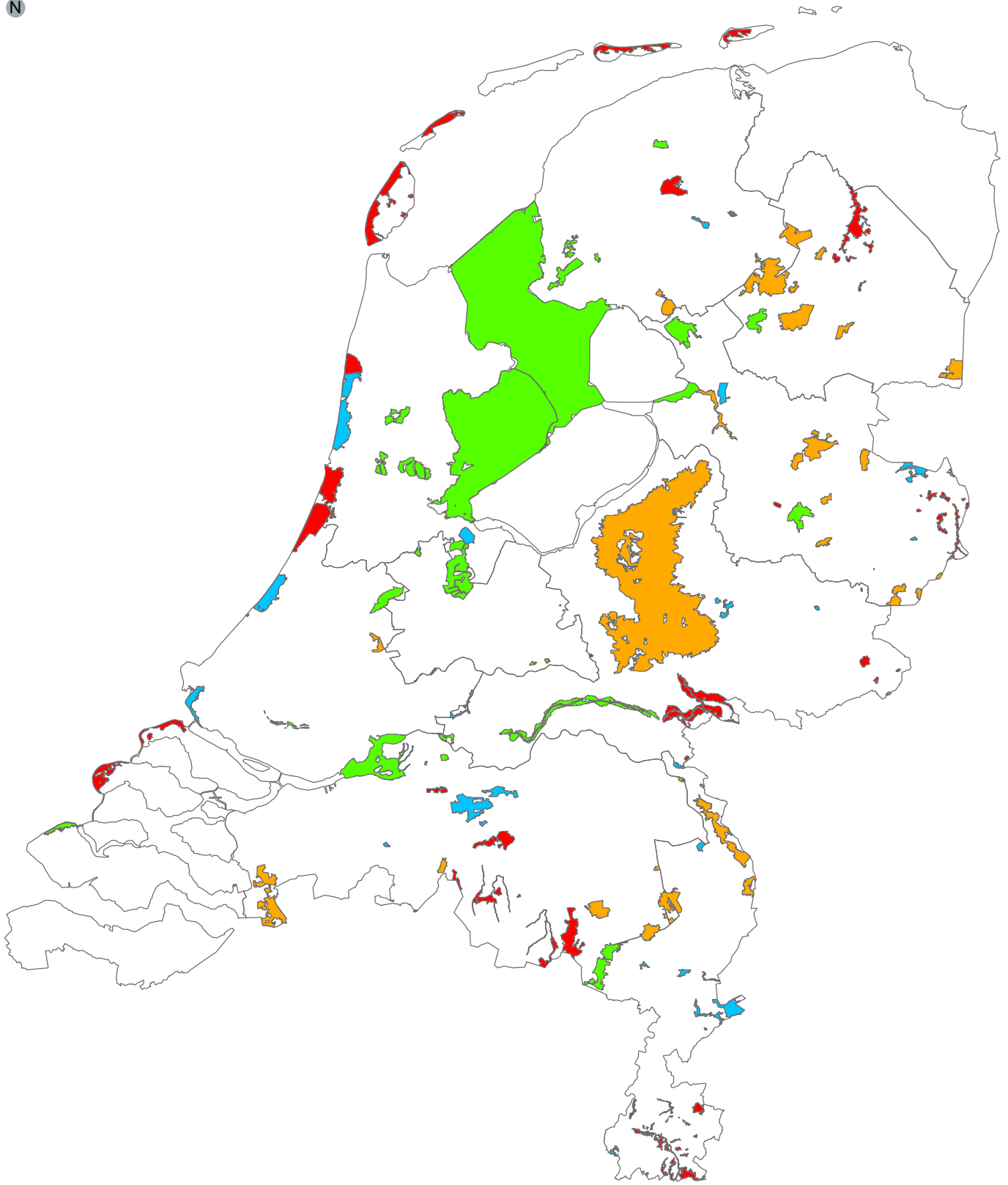
Stap 2: is het gebied verdroogd, verzuurd of vermest?

Voor de Natura 2000 gebieden worden instandhoudingsdoelen geformuleerd. Ter voorbereiding van het stellen van de doelen op gebiedsniveau zijn kansen en knelpunten in de vorm van een quick scan in beeld gebracht voor 113 Natura 2000 gebieden (KIWA EGG-consult 2007b). De waterhuishouding speelt daarbij een belangrijke rol. Op grond van een hydro-ecologische analyse is vastgesteld wat het perspectief (=kansen) is voor habitattypen en welke knelpunten er zijn met betrekking tot het waterregime, basenrijkdom, voedselrijkdom, geomorfodynamiek en beheer. De analyses zijn per gebied uitgevoerd. Dit levert per gebied een lijst met mogelijke knelpunten op.

De knelpunten zijn op kaart samengevat voor drie thema's op basis van defactsheets van 113 verschillende Natura-2000 gebieden (KIWA EGG-consult 2007b):

1. verdroging (figuur 5.3);
2. vermesting (figuur 5.4);
3. verzuring (figuur 5.5).

Voor elk thema zijn alle knelpunten per gebied beoordeeld: wordt het knelpunt veroorzaakt door het grondwater of het oppervlaktewater (tabel 5.1). Per kaart is aangegeven of het knelpunt vooral door het grondwaterbeheer of door het oppervlaktewaterbeheer wordt veroorzaakt. In veel gevallen wordt het knelpunt veroorzaakt door zowel het oppervlaktewater- en grondwaterbeheer. Daarnaast hebben de drie milieuthema's ook een sterke onderlinge samenhang. Bijvoorbeeld door het wegvallen van kwel in het plassegebied wordt voedselrijk water binnengelaten. Of het wegvallen van kwel kan tot resultaat hebben dat de basenrijke aanvoer van grondwater stopt en dat de bodem verzuurd door een toename in regenwaterbeïnvloeding. Deze onderlinge relaties zijn niet op de kaarten terug te vinden.



Legenda

Grondwaterafhankelijkheid van de Natura-2000 gebieden

- direct afhankelijk regionale en/of lokale kwel
- indirect afhankelijk (verminderde infiltratie)
- niet afhankelijk
- onbekend / nvt

Titel:
Natura2000 Grondwaterafhankelijkheid

Figuur:
5.2

Project:
Interactie Grond-en
Oppervlaktewater

Opdrachtgever:
CSN

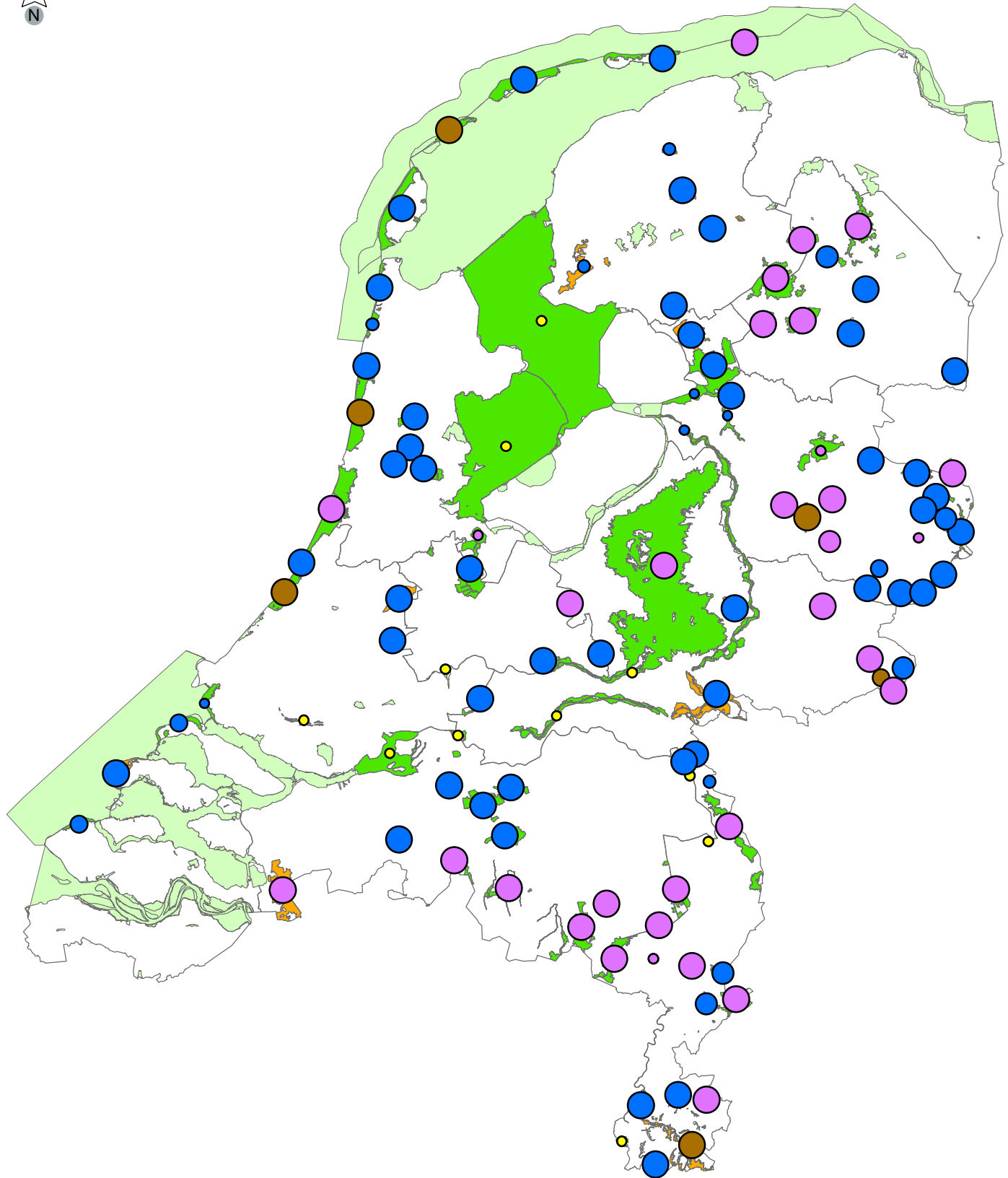
Datum:
25-06-2008

Schaal:



15,000 7,500 0 15,000 Meters






Gebaseerd op: (Bouwma et al., 2004)



Legenda

Thema Verdroging (grootte bolletje is maat voor ernst van knelpunt) (zie tabel 5.1)

Overheersende Component

-  Verlaging stijghoogte/grondwaterstand door grondwateronttrekking
-  Verlaging grondwaterstand door peilbeheer en drainage
-  Beide componenten spelen even grote rol
-  Geen knelpunt
-  Natura 2000 gebied met sense of urgency voor wateropgave
-  Natura 2000 gebied uit Kiwa knelpuntenanalyse
-  Overig Natura 2000 gebied

15.000 7.500 0 15.000 Meters

Gebaseerd op: Kiwa EGG consult, 2007

Titel:
Oorzaak en ernst knelpunt
thema Verdroging

Project:
Interactie Grond-en
Oppervlaktewater

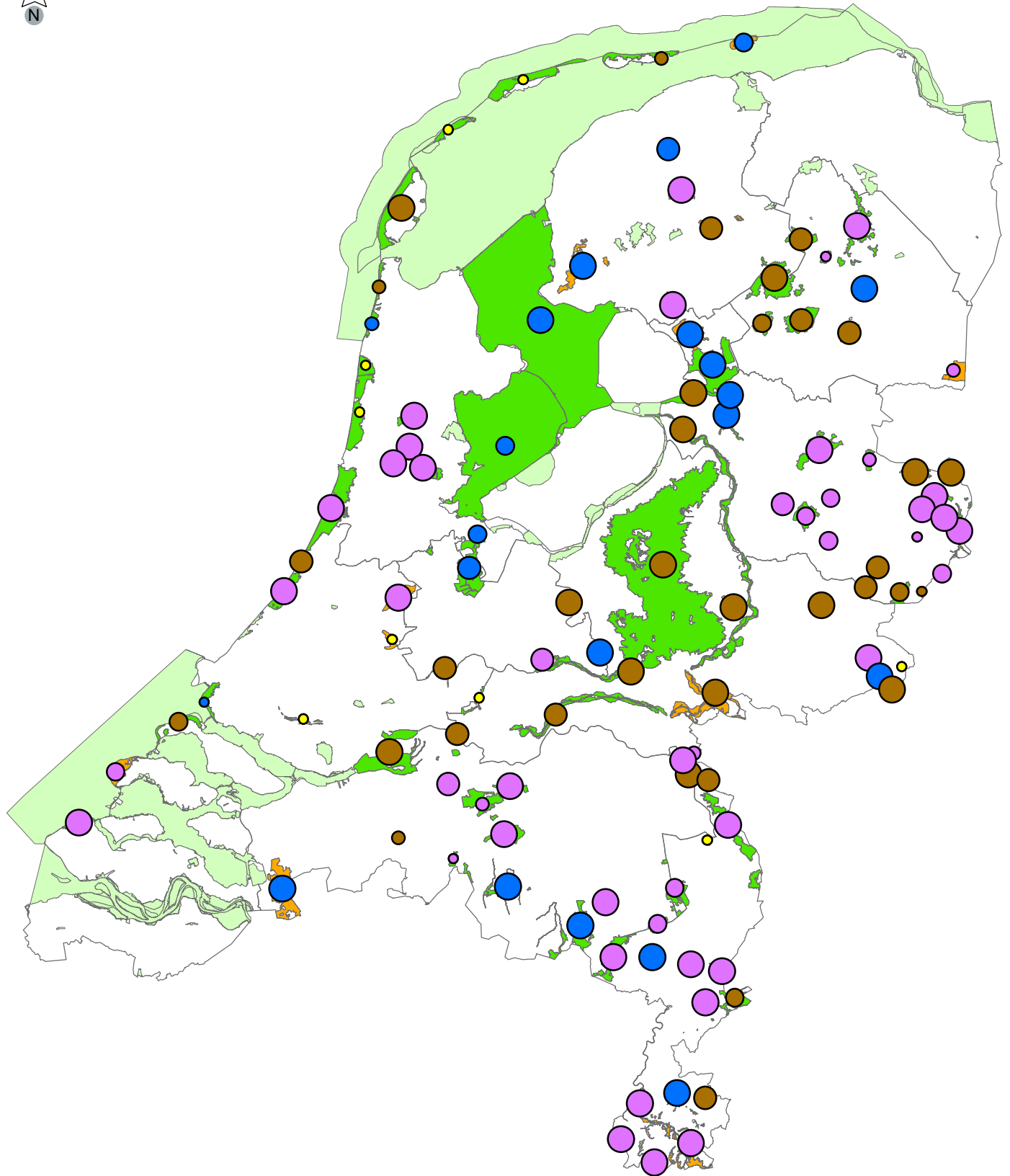
Opdrachtgever:
CSN

Datum:
25-06-2008

Schaal:

Figuur:
5.3












Legenda

Thema Eutrofiering (grootte bolletje is maat voor ernst van knelpunt) (tabel 5.1)

Overheersende Component

-  Uitspoeling van nutriëntrijk grondwater
-  Aanvoer van nutriëntrijk oppervlaktewater
-  Beide componenten spelen even grote rol
-  Geen knelpunt
-  Natura 2000 gebied met sense of urgency voor wateropgave
-  Natura 2000 gebied uit Kiwa knelpuntenanalyse
-  Overig Natura 2000 gebied

15.000 7.500 0 15.000 Meters

Gebaseerd op: Kiwa, EGG consult, 2007

Titel:
Oorzaak en ernst knelpunt
thema Eutrofiering

Project:
Interactie Grond-en
Oppervlaktewater

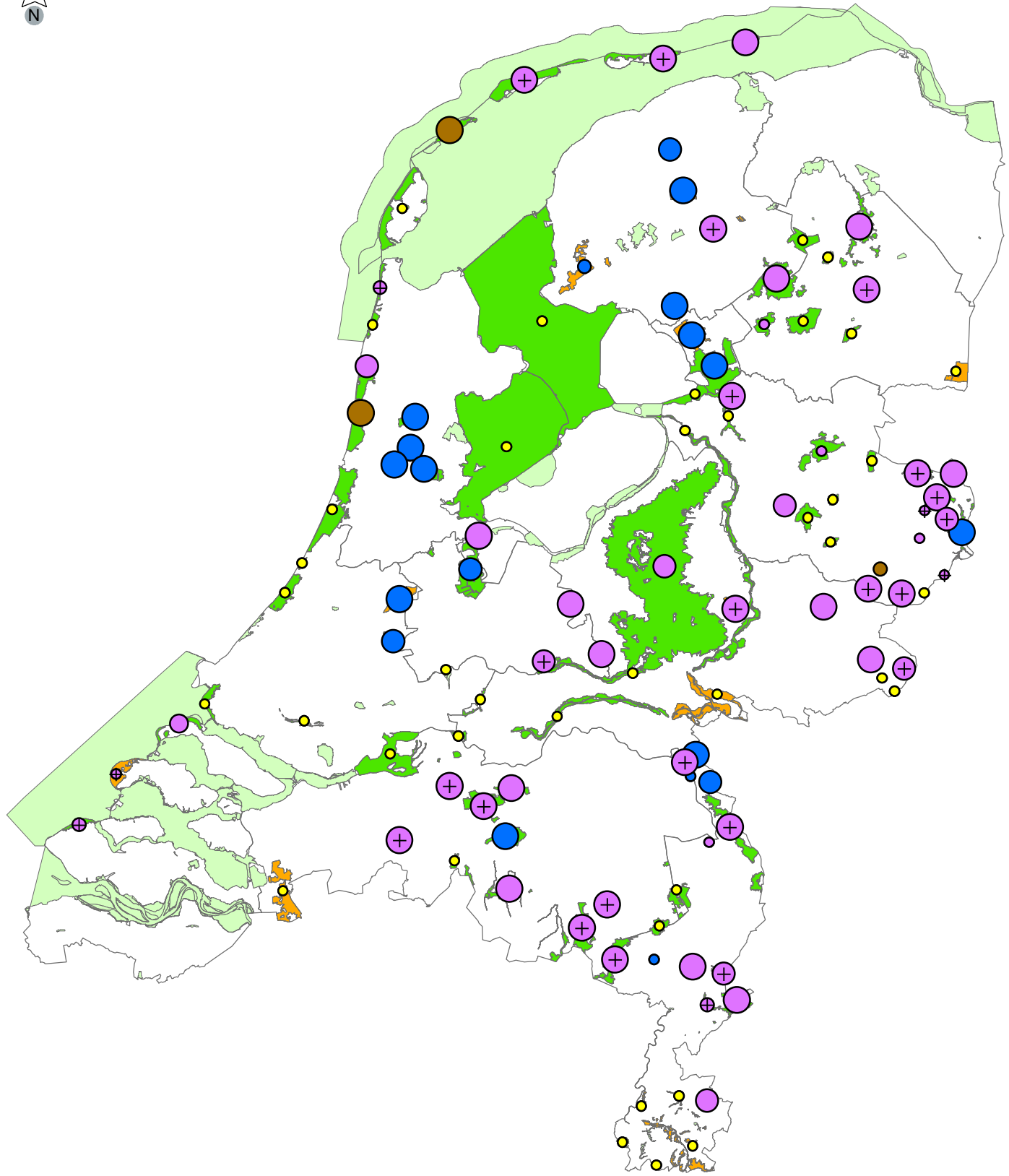
Opdrachtgever:
CSN

Datum:
25-06-2008

Schaal:

Figuur:
5.4













Legenda

Thema Verzuring (grootte bolletje is maat voor ernst van knelpunt) (zie tabel 5.1)

Overheersende Component

-  Verzuurd grondwater
-  Aanvoer van zuur oppervlaktewater
-  Beide componenten spelen even grote rol
-  Geen knelpunt
-  Verzuring door verminderde toestroming grondwater door ontwatering en daling grondwaterstand
-  Natura 2000 gebied met sense of urgency voor wateropgave
-  Natura 2000 gebied uit Kiwa knelpuntenanalyse
-  Overig Natura 2000 gebied

15,000 7,500 0 15,000 Meters

Gebaseerd op: Kiwa, EGG consult, 2007

Titel:
Oorzaak en ernst knelpunt
thema Verzuring

Project:
Interactie Grond-en
Oppervlaktewater

Opdrachtgever:
CSN

Datum:
25-06-2008

Schaal:

Figuur:
5.5



Tabel 5.1 Onderscheid tussen oppervlaktewater en grondwater gerelateerde knelpunten in figuur 5.3, 5.4 en 5.5

	Oppervlaktewater gerelateerde problemen	Grondwater gerelateerde problemen
Verdroging (fig 5.3)	Drainage Peilbeheer	Grondwateronttrekking Aanplant bos
Vermesting (fig 5.4)	Aanvoer nutriëntenrijk water Verdroging buiten gebied (aanvoer van gemineraliseerd water)	Vermesting grondwater Beweiding Mineralisatie veen door verdroging Vogels/bladval
Verzuring (fig 5.5)	Aanvoer zuur water Ontwatering buiten gebied (en aanvoer zuur water) Stoppen inlaat oppervlaktewater	Aanvoer uit grondwater Grondwateronttrekking Aanplant bos Ontwatering binnen gebied

Van de in totaal 113 Natura 2000 gebieden hebben 19 (mogelijk) grondwaterafhankelijke Natura-2000 gebieden een 'sense of urgency' vanwege de wateropgave. Dit zijn gebieden waar binnen nu en 10 jaar mogelijk een onherstelbare situatie ontstaat:

- 13 gebieden die direct van grondwaterafhankelijk zijn (Alde Feanen, Bennekomse Meent, Bunder- en Elsloërbos, Duinen Schiermonnikoog, Elperstroomgebied, Gelderse Poort, Geleenbeekdal, Geuldal, Groot Zandbrink, Kop van Schouwen, Korenburgerveen en Lemselermaten);
- 3 gebieden die indirect afhankelijk zijn van een diepe stijghoogte (Bargerveen, Brabantse Wal, Broekvelden: Vettenbroek & Polder Stein);
- 3 gebieden waarvan de grondwaterafhankelijkheid onbekend is (Landgoed Brummen, Olde Maten & Veerslootslanden, Ulvenhoutse Bos).

Stap 3: Kan een oplossing binnen het Natura 2000 gebied worden gerealiseerd?

Stap 3 is een analyse van mogelijke maatregelen die binnen het gebied genomen kunnen worden. Wanneer dit onvoldoende helpt om de instandhoudingsdoelstellingen te realiseren zijn mogelijk maatregelen buiten het Natura 2000 gebied nodig. Een eerste overzicht van noodzakelijke maatregelen buiten het Natura-2000 gebied kan worden ontleend aan de Kansen en Knelpunten studie (KIWA EGG-consult 2007b).

Stap 4: Opstellen van een integraal gebiedsplan

Op dit moment vindt planuitwerking vaak nog gescheiden en niet parallel plaats:

- het waterschap stelt het GGOR op
- de provincie maakt een Natura 2000 beheerplan
- het waterschap en provincie geven input voor het stroomgebiedsbeheerplan
- het rijk werkt het generieke beleid uit (diffuse bronnen en mestbeleid)

In de ideale situatie wordt één plan opgesteld waarin eerst de gezamenlijke doelen worden geformuleerd en vervolgens een integraal maatregelenplan worden geformuleerd. Dit streven past binnen het streven van alle waterbeheerders tot goed en integraal waterbeheer. Uitwerking van de KRW doelstellingen is hier maar een klein onderdeel in.

Een aantal recente ontwikkelingen helpt bij het opstellen van een dergelijk integraal plan:

- het opstellen van een eenduidig systeem van natuurtypen door de terreinbeheerders, het IPO en LNV. Dit komt ter vervanging van de verschillende typologieën die nu nog bestaan zoals de natuurdoeltypenkaart, Natura-2000 doelen en KRW doelen. Het nieuwe systeem zal komen te bestaan uit ongeveer 20 natuurtypen (water, moeras, hoogveen, heide) met daaronder een verdeling naar circa 55 beheertypen;
- het GGOR traject waar provincies, waterschappen en terreinbeheerders samen nadenken over concrete maatregelen. Het GGOR moet in 2010 zijn vastgesteld;
- de komst van de Waterwet waarin waterschappen het beheer over het ondiepe grondwater krijgen toegewezen.

De uitwerking van een integraal gebiedsplan kan het beste plaats vinden binnen bestaande trajecten zoals GGOR en Natura-2000. Binnen deze trajecten zijn al verantwoordelijken aangewezen per gebied. Om er voor te zorgen dat de doelen en maatregelen voor de Kaderrichtlijn Water voldoende in deze plannen betrokken worden is enige vorm van landelijk overzicht en coördinatie nodig. Het Rijk kan de provincies en waterschappen helpen door een handreiking op te stellen met de technische en procesmatige voorwaarden om een KRW-proof GGOR, gebiedsdossier of Natura-2000 beheerplan te maken, waarbij de interactie tussen grond- en oppervlaktewater de aandacht krijgt die het verdient.

5.4 Geplande maatregelen en monitoring

De maatregelen in de Natura 2000 gebieden zijn door de grondwaterbeheerders nu nog meestal beperkt tot het overnemen van het uitwerken van de GGOR opgave in het gebied. Uitwerking van specifieke maatregelen ter verbetering van de grondwaterkwaliteit en oppervlaktewaterkwaliteit in de Natura 2000 gebieden ontbreekt meestal nog. Voor de uitwerking van de monitoring geldt hetzelfde. De monitoring is alleen nog gericht op het meten van de diepe stijghoogte in de Natura 2000 gebieden. Uitbreiding van het meetprogramma met metingen aan freatische grondwaterstanden en waterkwaliteit moet vaak nog plaats vinden. Een initiatief voor een gemeenschappelijke monitoring van alle TOP-gebieden wordt ondernomen door een projectgroep onder trekkerschap van het Landelijk Steunpunt Verdroging (Van Pruissen, 2008). Het gaat om het meten van de daadwerkelijke effecten in het veld: is de grondwaterstand omhoog gegaan?, is de kwaliteit van het water beter geworden? en heeft de vegetatie zich goed ontwikkeld? Het IPO en LNV moeten nog steun aan dit initiatief geven.

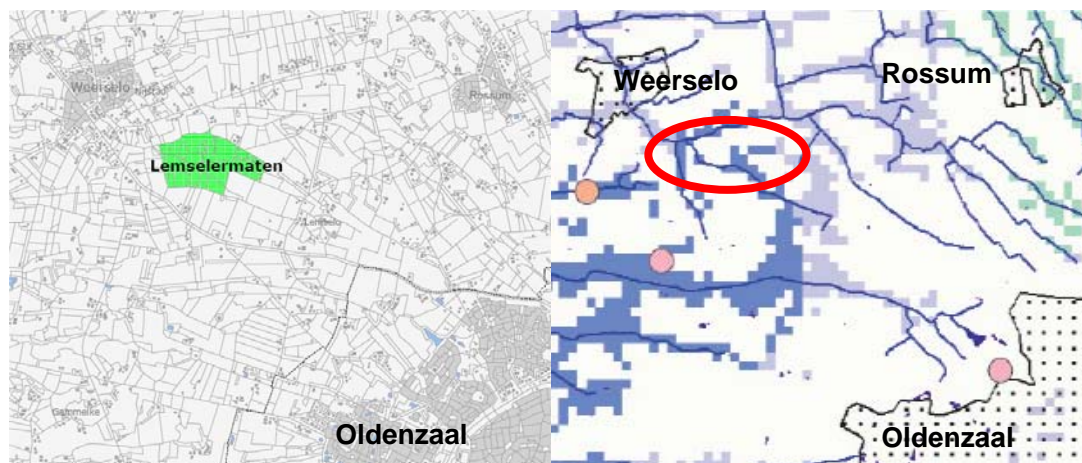
5.5 Case beschrijving: Lemselermaten – antropogene vervuiling van het grondwater en het effect op instandhoudingsdoelstellingen

Gebiedsbeschrijving

De Lemselermaten liggen ten westen van de stuwwal Oldenzaal, en ten zuid-oosten van het dorp Weerselo (figuur 5.6). Het centrale deel van het terrein bestaat uit een dekzandrug met landbouwgronden (enclave) en voedselarme natte heiden. De dekzandrug gaat geleidelijk over naar de lager gelegen beekdalen gevormd door de Weerseler Beek (noordzijde) en de Dollandbeek (zuidzijde). In de beekdalen bevindt zich voornamelijk Elzenbroekbos (figuur 5.7).

Op de zuidflank van de Weerseler Beek komt matig voedselrijk Blauwgrasland en baserijk Kleine zeggenmoeras voor. Deze gemeenschappen gingen in de tweede helft van de 20e eeuw achteruit. Door herstelmaatregelen eind jaren '80 en begin jaren 90 is herstel opgetreden in enkele maatjes (natte hooilandjes).

Figuur 5.6 Topografische ligging Lemselermaten (links) en het voorkomen van subregionale, middeldiepe baserijke kwel (rechts). Bron: de Louw et al., 2004.

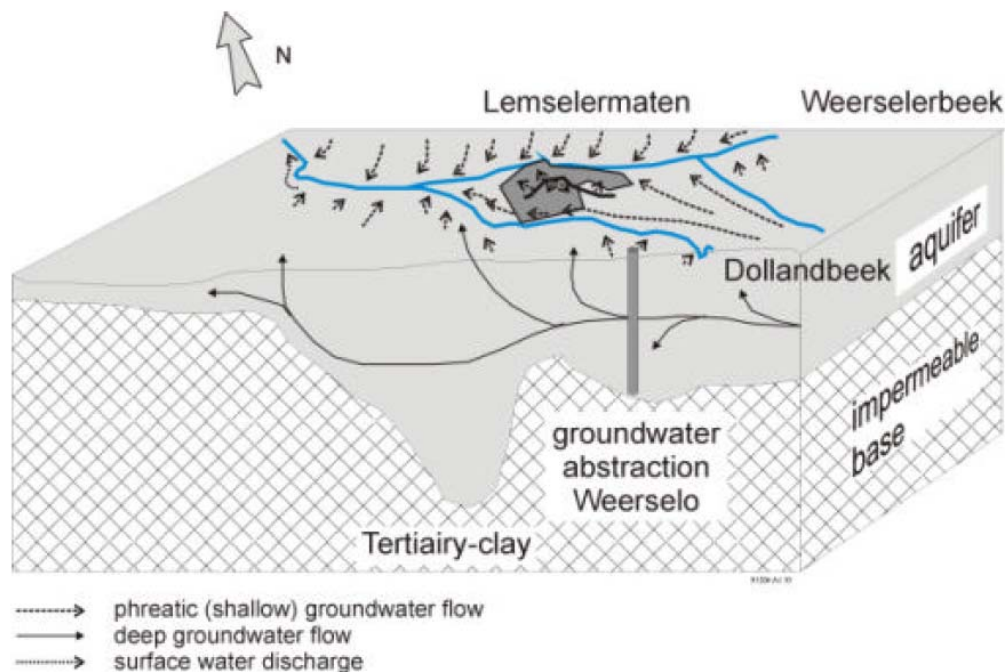


Figuur 5.7 Luchtfoto van het reservaat de Lemselermaten.



De lage beekdalgronden van de Lemselermaten worden gevoed door baserijk grondwater afkomstig uit het watervoerende pakket van 10 tot 15 m dikte boven de slechtdoorlatende keileem en een Tertiaire kleilaag (figuur 5.8). Het intrekgebied bevindt zich in landbouwgebied op de flank van de stuwwal van Oldenzaal en de westelijk aangrenzende dekzanden. Op 1 km ten zuiden van het reservaat bevindt zich een grondwaterwinning van Vitens.

Figuur 5.8 Geohydrologie en grondwaterstroming in de Lemselermaten en omgeving (uit Jansen, 2000).



Het watervoerende pakket wordt in het noordwesten van het terrein dunner. Aan de benedenstroomse zijde van het watervoerende pakket is de doorlatendheid kleiner dan aan de bovenstroomse zijde. Er zijn kalkhoudende afzettingen aanwezig 2 tot 4 m onder maaiveld. Hierdoor is het grondwater van het watervoerende pakket dat met dit materiaal in contact komt basenrijk. Het bovenste deel van het watervoerende pakket bestaat uit kalkarm dekzand en is daarom basenarmer.

In de hooilanden met Blauwgrasland en basenrijk Kleine zeggenmoeras zorgt kwel van grondwater uit het watervoerende pakket voor een buffering van de zuurgraad (5,5-7) en een basenverzadiging op het kationenadsorbtiecomplex (50-100%). Als gevolg van de basenrijke, (zeer) natte omstandigheden zijn op de dalflanken bekeerdbodems ontstaan en in de laagste delen venige bodems (figuur 5.9).

Figuur 5.9 Natte vegetatie binnen het reservaat de Lemselermaten.



Lokaal komen in de lage delen van de Lemselermaten ondiep lemige afzettingen voor. Mogelijk zijn deze gedeeltelijk kalkhoudend.

Stap 1: Is het gebied grondwaterafhankelijk en relevant voor de KRW?

Ja, in de gebiedsbeschrijving is aangegeven dat het gebied sterk grondwaterafhankelijk is.

Het gebied de Lemselermaten (oppervlakte 56 ha) valt onder de bescherming van de Habitatrichtlijn (92/43/EEG) en is aangemerkt als een gebied met een 'sense of urgency' vanwege de wateropgave. Het gebied is ook opgenomen in de TOP-lijst voor de provincie Overijssel.

Stap 2: Is het gebied verdroogd of vervuild door een ongunstige grondwatertoestand?

Het reservaat ligt binnen het veel grotere grondwaterlichaam NLGW003 (zand Rijn-Oost), met een totaal oppervlak van 614.000 ha. Binnen de hydrologische invloedssfeer van het reservaat is sprake van diverse vormen van menselijk handelen die een bedreiging vormen voor de grondwaterafhankelijke natuurwaarden.

1. Sinds 1966 wordt er grondwater gewonnen op een diepte van circa 30-40 m. Deze relatief kleine grondwaterwinning van circa 1 miljoen m³/j heeft een verdrogend effect op de natuur.
2. Verdieping van de regionale ontwateringsbasis doordat een groot deel van de dekzandrug is ontgonnen en gedraineerd met sloten en plaatselijk met drainagebuizen (landbouw). Daarnaast is door kanalisatie en verdieping van beide beken (omstreeks 1960) ook verdroging opgetreden. Waarschijnlijk is vooral de verdieping van de 'beken' funest. De Weerseler Beek lag vroeger iets noordelijker en verder verwijderd van de huidige botanisch waardevolle percelen.
3. In 1952 is de ruilverkaveling Rossumer Veld tot uitvoering gebracht wat heeft geresulteerd in een algehele grondwaterstandverlaging.
4. Stedelijke uitbreiding van Oldenzaal gedurende de afgelopen decennia kan de aanvulling van grondwater in het intrekgebied hebben verminderd.
5. De intensieve landbouwactiviteiten (incl. bemesting) in het intrekgebied en in de nabijheid van het reservaat zorgt voor vermisting van het grondwater. Het nitraat afkomstig van de mest reageert met pyriet in de ondergrond. Bij dit proces komt sulfaat vrij. Deze stof is mobiel en komt uiteindelijk in het Natura 2000 gebied terecht. Een ophoping van sulfaat leidt tot interne eutrofiering waardoor de zeldzame, voedselarme, kwelafhankelijke vegetaties achteruitgaan.

Belangrijke vraag is of er sprake is van een significante schade. Afgemeten aan de vijftiger jaren (vóór ruilverkaveling) is zeker sprake van significante schade, te weten het verlies van de *orchideeënrijke Blauwgraslanden*. In het vervolg van de beoordeling is getoetst aan de volgende twee beleidsuitgangspunten:

- De Natura 2000 instandhoudingsdoelstellingen;
- een significante grondwaterstanddaling ten opzichte van het referentiejaar 2000.

Natura 2000 instandhoudingsdoelen

In het gebiedsdocument voor Lemselermaten zijn een aantal instandhoudingsdoelen geformuleerd. Deze zijn weergegeven in tabel 5.1.

Voor het merendeel van de habitattypen geldt dat ze grondwaterafhankelijk zijn met een uitbreidingsdoelstelling. Het reservaat is met name van belang vanwege habitatype H7230 (Kalkmoerassen). Verder is in de Lemselermaten ook de Zeggekorfslak (*Vertigo moulinsiana*) aangetroffen, welke vanuit de Habitatrichtlijn speciale bescherming geniet (annex II).

Tabel 5.1 Instandhoudingsdoelen voor de Lemselermaten (KIWA EGG-consult 2007b)

Code	Habitatnaam	Oppervlakte	Kwaliteit	Hydrologische potentie	Huidige relatieve bijdrage	Potentiële relatieve bijdrage
H3130	Zwakgebufferde vennen	=	=	•••	+	+
H4010A	Vochtige heiden (hogere zandgronden)	↑	↑	•••	+	+
H4030	Droge heiden	↑	↑	N/B	-	+
H7140A	Overgangs- en trilvenen (trilvenen)	↑	↑	•••	-	+
H7230	Kalkmoerassen	↑	=	••••	++	++
H91E0C	Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen)	= (↓)	↑	•••	+	+

Oppervlakte	
=	Behoud oppervlak
↑	Uitbreiding oppervlak
= (↓)	Behoud, enige afname oppervlak is 'ten gunste van' toegestaan
↑ (↓)	Uitbreiding oppervlak is op bepaalde plaatsen gewenst en afname oppervlak is op bepaalde plekken 'ten gunste van' toegestaan
Kwaliteit	
=	Behoud kwaliteit
↑	Verbetering kwaliteit
Hydrologische potentie	
•	Klein: uitbreiding oppervlak of verbetering kwaliteit is nauwelijks mogelijk
••	Matig: enige uitbreiding oppervlak of zwak herstel kwaliteit is mogelijk
•••	Groot: uitbreiding oppervlak of herstel kwaliteit is goed mogelijk
••••	Zeer groot: sterke uitbreiding oppervlak is goed mogelijk en plaatselijk verbetering kwaliteit goed mogelijk
N/B	Onbekend
Huidige/ Potentiële relatieve bijdrage	
++	Zeer grote oppervlakte (> 15%) en grotendeels goede kwaliteit en/of bijzondere kwaliteit en/of geografische ligging in combinatie met goede kwaliteit
+	Zeer grote oppervlakte (> 15%) en grotendeels matige kwaliteit of grote oppervlakte (2-15%) of geringe oppervlakte (< 2%) met grotendeels goede kwaliteit
-	Geringe oppervlakte (< 2%) en grotendeels matige kwaliteit
--	Relictpopulaties van soorten van het habitatype nog aanwezig

Knelpunten instandhoudingsdoelen

Op basis van de kansen en knelpuntenanalyse van Kiwa/EGG is een eerste inzicht beschikbaar over mogelijke knelpunten voor het realiseren van de instandhoudingsdoelstellingen. De analyse is mede gebaseerd op veldwerk in het kader van een promotiestudie (Jansen, 2000).

Op basis van deze analyse is te concluderen dat de instandhoudingsdoelstellingen onder druk staan door verdroging en vermessing van het grondwater. Zo zijn de kwelfluxen verlaagd door grondwaterwinning en is de regionale ontwateringsbasis verlaagd ten behoeve van de landbouw in de omgeving. Hierdoor is de gemiddelde grondwaterstand te lagen en zakken grondwaterstanden in de zomer te diep weg. Een gevolg hiervan is dat het aanwezige organische materiaal in de bodem gaat mineraliseren waardoor voedingsstoffen vrij komen. Daarnaast vormt de overmaat aan nitraat vanuit de landbouw een bedreiging, doordat het reageert met pyriet en waardoor uiteindelijk sulfaat in het reservaat ophoopt. Sulfaat leidt tot interne eutrofiering en kan onder zuurstofloze condities overgaan naar sulfide, wat giftig is voor diverse organismen. Vooral de habitattypen H7230 (kalkmoerassen) en H7140A (trilvenen) hebben te lijden gehad van deze ingrepen.

Knelpunten grondwaterstanddaling t.o.v. 2000

De belangrijkste schade is vermoedelijk opgetreden door de ruilverkaveling in de jaren 50. Wanneer we als referentiejaar uitgaan van 2000 dan is de grondwaterstanddaling zeer waarschijnlijk niet significant of is er zelfs sprake van enige stijging als gevolg van interne herstelmaatregelen (plaggen, dempen). Meetgegevens beschikbaar in DINO hebben betrekking op één standaardmeetbuis in het reservaat (NITG-NR B28H0715) met een filter op 1 tot 1,5 m beneden maaiveld. In de periode 1992-2000 blijkt de grondwaterstand te variëren van 1 meter diep tot aan maaiveld. Ook Kiwa heeft in het kader van onderzoek meetreeksen op diverse plekken binnen het reservaat voor de periode 1992-2003 (Aggenbach & Jansen, 2004). Deze meetreeksen geven geen aanleiding om te concluderen dat grondwaterstanden sterk zijn gedaald. Wel is duidelijk dat de grondwaterstanden tot 1 m kunnen uitzakken.

Knelpunten grondwaterkwaliteit

Voor pompstation Weerselo zijn de sulfaatconcentraties bekend voor de periode 1966 t/m heden (Jansen, 2000). Rond 1966 bedroegen de sulfaatconcentraties minder dan 10 mg/l, maar deze zijn rond 1993/1994 opgelopen tot meer dan 40 mg/l (gemiddelde waarde), met uitschieters naar 50 mg/l. In het reservaat zijn ook hoge sulfaatconcentraties gemeten. In 1992/1993 bedroegen de gemiddelde sulfaatconcentratie op 1,5 m diepte 32 mg/l en op 0,5 m diepte 18 mg/l. Het sulfaat dat met het diepe grondwater wordt aangevoerd oxideert organisch materiaal. Hierbij wordt onder andere HCO_3^- en HS^- geproduceerd. Het sulfaatgehalte neemt dan af. Voor het reservaat is het wenselijk dat de toevoer van sulfaat via het diepere grondwater wordt teruggedrongen. In het diepere grondwater zou de concentratie terug moeten naar beneden de 10 mg/l. Door de traagheid van het grondwatersysteem is dat niet snel te realiseren, waardoor nog lange tijd effectgerichte maatregelen nodig zullen zijn.

Stap 3: Kan een oplossing binnen het Natura 2000 gebied worden gerealiseerd?

Maatregelen binnen het gebied

Er zijn in het recente verleden al lokale herstelmaatregelen uitgevoerd (plaggen, maaien, herinrichting percelen). Uitbreidingspotenties voor H7140A zijn aanwezig door broekbos om te vormen. De interne herstelmaatregelen hebben wel tot verbeteringen geleid maar zullen niet duurzaam blijken te zijn als de externe invloed niet via maatregelen wordt aangepakt. Op locaties waar het grondwater een hoge sulfaatconcentratie heeft, hebben lokale herstelmaatregelen pas zin nadat sulfaatconcentraties in het toestromende grondwater zijn gedaald naar een niveau waarop de kans op interne eutrofiëring klein is geworden. Als gevolg van de verblijftijd van het grondwater (tussen moment van infiltratie en moment van kwel) zal dat een lange termijn vergen. Volgens een hydrologische systeemanalyse bedraagt de verblijftijd 25 tot 50 jaar!

Maatregelen buiten het gebied

Voor herstel van habitatype H7140A overgangs- en trilvenen (trilvenen) is het van belang dat de hydrologie duurzaam wordt hersteld. Dit kan door lokale beken te verondiepen, de ontwatering in het intrekgebied te verminderen en de grondwaterwinning te verminderen. Verder dient de bemesting van het intrekgebied te worden beëindigd of op een niveau evenwichtsbemesting worden gebracht.

Stap 4 en 5: Opstellen van een integraal plan

De vervolgfase van de kansen en knelpuntenanalyse (KIWA EGG-consult 2007b) zou zich moeten concentreren op een meer diepgaande ecohydrologische systeemanalyse waarbij zowel interne als externe effecten van maatregelen in beeld kunnen worden gebracht. Gezien de status van het gebied en de lange termijn waarop de planvorming zal plaatsvinden lijkt het gerechtvaardigd om een investering te doen in een nadere analyse via grondwatermodellen en veldmetingen. Samen met de regio dient te worden bekeken welke maatregelen het meest kosteneffectief en maatschappelijk haalbaar zijn, wat het resultaat is van de maatregelen na uitvoering en hoe moet worden omgegaan met eventueel ontstane overlast/schade aan direct omwonenden.

Conclusie

De Lemselermaten is een Natura-2000 gebied met een 'sense of urgency' voor de wateropgave. Het gebied heeft last van verdroging en vermessing via het grondwater. Dit levert een significante bedreiging op voor het realiseren van de instandhoudingsdoelstellingen voor Natura 2000. Diverse herstelmaatregelen zijn mogelijk, maar duurzaam herstel vereist meer ingrijpende maatregelen buiten het reservaat. Verder zal het reservaat nog lang hinder ondervinden van de (sulfaat)vervuiling via het grondwater.

5.6 Case beschrijving: Groot Zandbrink– verdroging van een Habitatrictlijn gebied

Gebiedsbeschrijving

Groot Zandbrink is aangewezen als Habitatrictlijngebied (92/43/EEG) en heeft een 'sense of urgency' voor de wateropgave. Tevens is Groot Zandbrink aangemerkt als een TOP-lijst gebied binnen de Provincie Utrecht. Het reservaat, slechts 10 ha groot, is gelegen in de Gelderse Vallei, ongeveer 1,5 km ten zuidwesten van het plaatsje Achterhoek, en 2 km ten oosten van Leusden. Hoewel een klein gebied, is het wel uniek. Het vormt een van de laatste restanten schraalland die vroeger, voor de intrede van de intensieve veehouderij, binnen de Gelderse vallei op grote schaal voorkwamen. Het terrein bestaat uit Eiken-Berkenbos, Elzenbroekbos en hooiland, heide en schraallandjes. De schraallandpercelen (zie figuur 5.10) liggen in lokale laagten binnen het terrein, met daartussen een centrale dekzandrug. De schraallanden bevatten de grootste natuurwaarden. De bodems bestaan voornamelijk uit veldpodzolgrond met leemarm en zwak lemig fijn zand. De bodems onder de schraallanden bestaan vooral uit lemig, fijn zand. Het terrein ligt midden tussen twee diep ontwaterde beekdalen van de Moorster- en Modderbeek. Deze beken monden circa 2 km westelijker uit in het Valleikanaal. Samen bepalen ze de regionale drainagebasis in dit deel van de Gelderse Vallei. De omgeving bestaat grotendeels uit landbouwgronden.

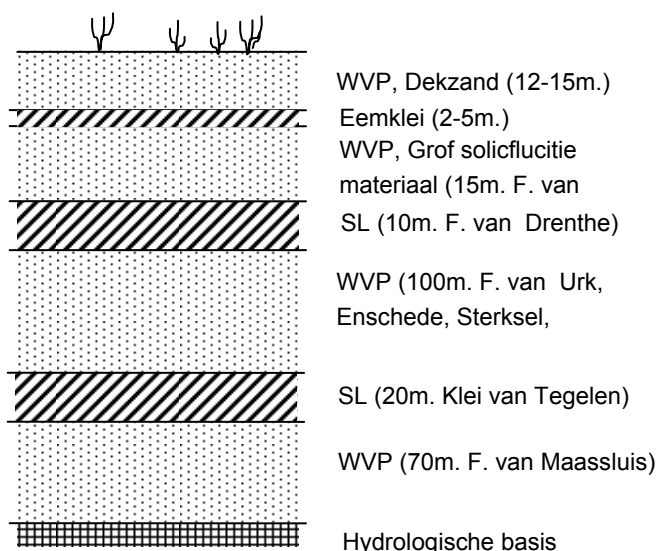
Figuur 5.10 Omgeving van Groot Zandbrink (google maps), maaiveld-hoogtes, maaiveldhoogtes wijde omgeving. Daaronder een detailbeeld van het gebied met de verschillende schraallanden.



Geohydrologie en chemie

De ondergrond bestaat uit verschillende zand en klei lagen (zie figuur 5.11). De grondwaterdruk in de onderste pakketten is (situatie 2000) ongeveer 0,5 tot 1 meter hoger dan in het bovenste pakket. Er is sprake van kwel en dit water is baserijk, in tegenstelling tot het zure regenwater.

Figuur 5.11 Geohydrologische schematisatie ondergrond Groot Zandbrink



Stap 1: Is het gebied grondwaterafhankelijk en relevant voor de KRW?

Ja, Groot Zandbrink valt onder de bescherming van de Habitatrichtlijn (92/43/EEG) en is aangemerkt als een gebied met een 'sense of urgency' vanwege de wateropgave. Het gebied is ook opgenomen in de TOP-lijst voor de Provincie Utrecht.

De habitattypen H6410 blauwgraslanden, H4010A vochtige heiden en H6230 heischrale graslanden zijn sterk grondwaterafhankelijk. Vooral voor H6410 is baserijk grondwater nodig dat tot vlak onder maaiveld kan komen en zo voor buffering kan zorgen van de zuurgraad en de voedselrijkdom.

Groot Zandbrink ligt op de flank van de Utrechtse heuvelrug binnen het grondwaterlichaam zand Rijn-Midden (NLGW0004).

Stap 2: Is het gebied verdroogd door een ongunstige grondwatertoestand?

Het natuurgebied ligt tussen twee diep ontwaterende beken (de Moorster- en Modderbeek). Ook de landbouwgronden in de omgeving van het gebied zijn sterk ontwaterd. Door deze verlaging van de regionale ontwateringsbasis wordt een groot deel van het kwelwater weggevangen en kan het onvoldoende de wortelzone bereiken binnen het natuurgebied. Thans vindt in de zomerperiode nog enige aanrijking (met basen) plaats via het baserijke grondwater.

Daarnaast is de kwel verminderd door grondwateronttrekkingen. In de omgeving wordt drinkwater gewonnen. In totaal ongeveer 9 M m³/jr in een straal van 8 km. Daarnaast is er sprake van ongeveer 0,25 Mm³/jr aan industriële winningen en 0,75 M m³/jr ten behoeve van beregening in de landbouw. Via artesische bronnen (onder andere voor veedrenkplaatsen) verlaat ongeveer 1 Mm³/jr het systeem. De diepe winningen lijken veel minder bij te dragen aan de afname van de kwel in het reservaat, dan de ondiepe winningen (artesische bronnen, beregening). Het regionale grondwater systeem stroomt vanuit het noordwesten naar het zuidoosten. Het ondiepe grondwater voert nutriënten mee naar het natuurgebied. Aan de randen van het natuurgebied vindt mede daardoor verruiging van de vegetatie plaats.

De vraag of er sprake is van een significante schade hangt af van hoe dit dient te worden geformuleerd. Wanneer mag worden uitgegaan van de grondwaterafhankelijke instandhoudingsdoelstellingen conform de Habitatrictlijn dan is in het gebied zeer waarschijnlijk sprake van significante schade. Afgemeten aan de veel minder ambitieuze toets vanuit de KRW, te weten een significante grondwaterstanddaling ten opzichte van het referentiejaar 2000, dan is geen sprake van significante schade in het gebied.

Natura 2000 instandhoudingsdoelen

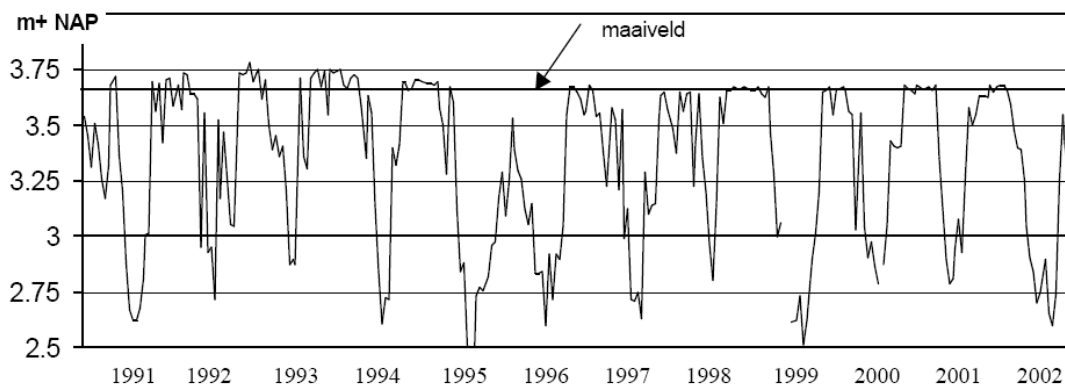
In het gebiedsdocument voor Groot Zandbrink zijn de volgende ecologische doelstellingen geformuleerd (KIWA EGG-consult 2007b).

Code	Habitatnaam	Opper- vlakte	Kwaliteit	Hydro- logische potentie	Huidige relatieve bijdrage	Potentiële relatieve bijdrage
H4010A	Vochtige heiden (hogere zandgronden)	= (↓)	=	•••	+	+
H4030	Droge heiden	=	=	N/B	+	+
H6230	Heischrale graslanden	= (↓)	=	N/B	-	-
H6410	Blauwgraslanden	↑	↑			

Voor H6410 is een kritisch habitattypen, afhankelijk van basenrijke kwel en heeft een uitbreidingsopgave. Er is veel onderzoek gedaan naar de schraallanden binnen Groot Zandbrink (onder andere Kemmers). Voor de blauwgraslanden is bekend dat er sinds 1950 duidelijk een afname is van de basenminnende soorten. Door de afname van diepe basenrijke kwel is er een sterkere invloed van ondiepe kwel en zuur regenwater. Dit leidt tot verzuring en verarming van de vegetatie. Hoewel lokale maatregelen zijn getroffen om de vorming van regenwaterlenzen te bestrijden leidt dit niet tot de benodigde versterking van diepe kwel in de wortelzone. Dit hangt ook samen met verlaagde ontwateringsbasis in deze regio. Hierdoor staat de instandhoudingsdoelstelling voor onder andere H6410 onder druk. De basenrijke soorten zijn in de periode 1991 – 1998 verder achteruitgegaan.

Knelpunten grondwaterstanddaling t.o.v. 2000

Voor het zuidwestelijke schraalland is een grondwaterstandreeks vanaf 1991 tot 2002 beschikbaar (Van Delft et al., 2003).



De grondwaterstanden kunnen in de winter tot aan maaiveld komen. Inundaties door stagnatie met regenwater in afvoerloze laagtes worden thans voorkomen via begreppeling. Dit is gunstig, maar op zich onvoldoende voor hydrologisch herstel. Door de lage regionale ontwateringsbasis is nog steeds sprake van zomergrondwaterstanden die meer dan 1 m kunnen uitzakken. In DINO staan twee peilbuizen (standaardbuizen met filter van 0 tot 1,5 m diep) vermeld in het reservaat. Een in het zuidwestelijk schraalland (NITG nr BG32G1066) en een in het zuidoostelijk schraalland (NITG nr BG32G1067). De meetreeksen zijn tamelijk kort (2006-2007). Op basis van deze gegevens kon niet worden geconcludeerd dat na 2000 sprake is van een significante daling.

Stap 3: Kan een oplossing binnen het Natura 2000 gebied worden gerealiseerd?

De interne maatregelen die in het verleden zijn getroffen (verwijderen bosopslag, plaggen, maaien, begreppelen) hebben wel een gunstig effect gehad, maar zijn onvoldoende voor het bereiken van een goede staat van instandhouding, met name voor de blauwgraslanden.

Kern van het probleem is de verlaging van de regionale ontwateringsbasis. Dit zorgt ervoor dat de (zomer)grondwaterstanden te ver uitzakken en de diepe kwel wordt afgevangen en onvoldoende beschikbaar komt voor het natuurgebied. Om hier wat aan te doen lijkt het noodzakelijk om in de omgeving ingrijpende maatregelen te treffen.

Stap 4 en 5: Opstellen van een integraal plan

Groot Zandbrink is een klein natuurreservaat in een intensieve landbouw omgeving. Gezien de aard van de problematiek lijkt het op voorhand erg moeilijk om duurzaam herstel voor de kwetsbare habitattypen te realiseren. Ter voorbereiding is een nadere ecohydrologische systeemanalyse nodig zodat de effecten van maatregelen goed kunnen worden doorgerekend. Daarbij zal het in belangrijke mate ook moeten gaan over maatregelen die buiten het gebied kunnen worden getroffen om het reservaat te herstellen en welke uitstraling dit heeft op de andere gebiedsfuncties. Het aanpassen van de gebiedsfuncties in de omgeving zou daarbij ook punt van discussie moeten zijn.

Conclusies

De instandhoudingsdoelstellingen staan onder druk vanwege een verminderde beschikbaarheid van schoon, basenrijk grondwater in de wortelzone van het reservaat. Dit hangt vooral samen met de verlaagde regionale ontwateringsbasis. Voor de blauwgraslanden is een uitbreiding/herstelopgave aangegeven. Dit zal een omvangrijke inspanning vergen waarbij ook maatregelen buiten het reservaat nodig zijn. Op dit moment past de grondwatertoestand niet goed op de Natura 2000 doelen en scoort het grondwaterlichaam voor dit aspect niet goed.

6 INVLOED OPPERVLAKTEWATER OP GRONDWATERWINNINGEN

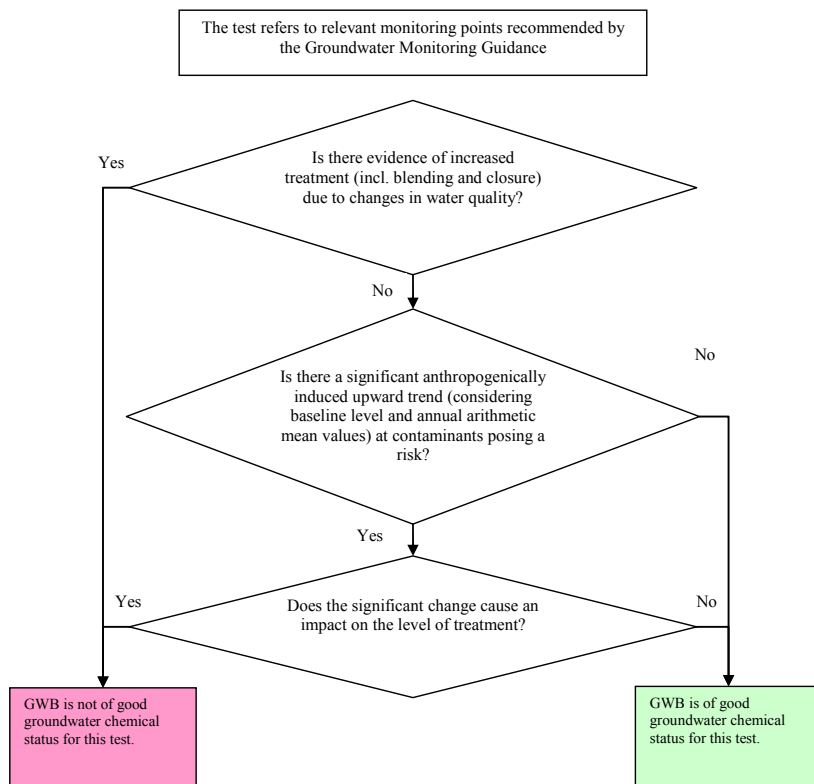
6.1 Korte omschrijving van type interactie

Op de schaal van de grote grondwaterlichaam is de invloed van oppervlaktewater op de kwaliteit van het grondwater niet toestandsbepalend. De grote meerderheid van het oppervlaktewater in Nederland is immers drainerend. Waar er wel infiltratie van oppervlaktewater plaatsvindt, heeft dit een lokaal karakter. De interactie kan wel relevant zijn voor de kleine grondwatersystemen met een functie voor drinkwaterwinning. Dit speelt vooral bij oevergrondwaterwinningen maar ook bij 'reguliere' grondwaterwinningen waarbij binnen het intrekgebied van de winning oppervlaktewater infiltreert. Bij oevergrondwaterwinning wordt rivierwater opgepompt dat na een korte bodempassage in de onttrekkingsputten terecht komt. Deze winningen zijn vlak langs de grote rivieren gelegen. Maar ook bij grondwaterwinningen die op iets grotere afstand van het oppervlaktewater liggen (> 1 km) kan een aanzienlijk deel van het opgepompte water worden bepaald door het infiltrerende oppervlaktewaterwater in de omgeving.

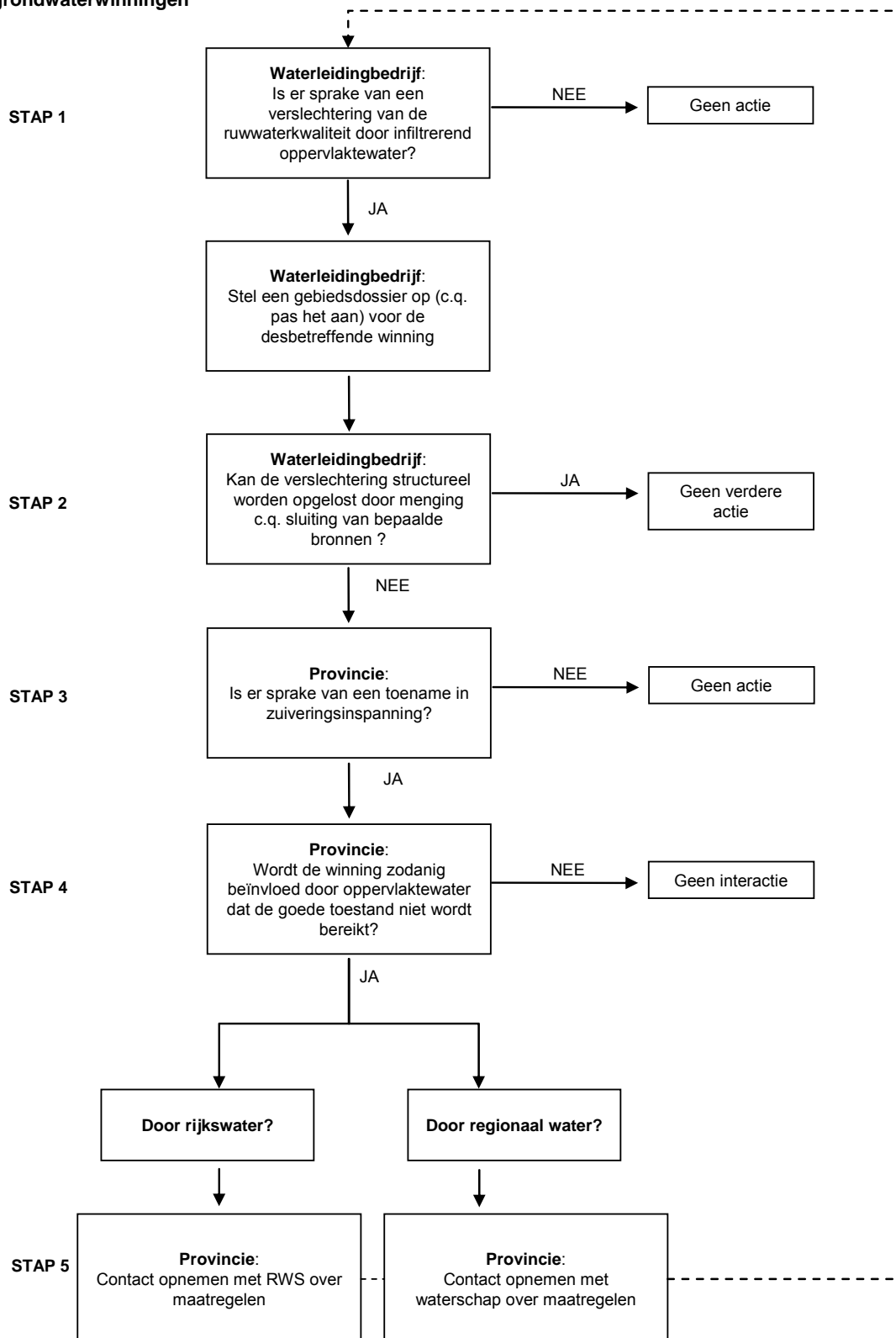
6.2 Uitwerking stroomschema

De EU guidance on chemical status (EU 2007C) bevat een stroomschema voor het bepalen van de invloed van oppervlaktewater op grondwaterwinningen (figuur 6.1). Voor de Nederlandse situatie hebben we een schema gemaakt waarin de verschillende partijen en te nemen acties zijn uitgewerkt (figuur 6.2). In de diverse Nederlandse protocollen worden nog stroomschema's gemaakt voor het afleiden van de goede grondwater- en oppervlaktewatertoestand. Figuur 6.2 moet daarom niet als een letterlijke vertaling van figuur 6.1 worden gezien.

Figuur 6.1 Concept EU stroomschema voor bepalen van mate van zuivering van grondwaterwinningen



Figuur 6.2 Voorstel voor Nederlands stroomschema voor bepalen van invloed oppervlaktewater op grondwaterwinningen



6.3 Landelijk overzicht van de relevante winningen en knelpunten

Stap 1: Is er sprake van een verslechtering van de ruwwaterkwaliteit door infiltrerend oppervlaktewater?

De kwaliteit van oppervlaktewater kan een bedreiging vormen voor de drinkwaterwinning. Dit is het geval als het opgepompte water uit grondwaterwinningen direct of indirect afkomstig is vanuit het oppervlaktewater. In een KIWA rapportage (Leunk en De Rijk 2006) is een inventarisatie gemaakt van de grondwaterwinningen voor drinkwaterproductie in Nederland die onder invloed staan van infiltrerend oppervlaktewater. Zij concluderen dat 71 Nederlandse winningen worden beïnvloed door infiltrerend oppervlaktewater. Er is onderscheid gemaakt tussen 58 grondwaterwinningen beïnvloed door grote rivieren of kanalen of regionaal water en 13 oevergrondwaterwinningen. Circa 29% van alle opgepompte grondwater ten behoeve van de drinkwatervoorziening wordt beïnvloed door oppervlaktewater. Dit percentage is bepaald op basis van waterwincijfers van 2004 en de expert kennis van de Nederlandse waterbedrijven. Wanneer het aandeel oppervlaktewater in het onttrokken water groter is dan 10%, is de winning gedefinieerd als door oppervlaktewater beïnvloed. In Figuur 6.3 hebben we de indeling van het KIWA op kaart gezet, aangevuld met de innamepunten van oppervlaktewater gebruikt voor grondwaterinfiltratie in de duinen. De kaart geeft geen beeld van de problemen in de waterwinning.

Definitie van oeverwinning

Er zijn diverse definities over de term oeverwinning. In KRW verband wordt de volgende definitie gehanteerd: oevergrondwaterwinningen zijn grondwaterwinningen waarbij het onttrokken water voor 10% of meer bestaat uit in de bodem of oever geïnfiltreerd oppervlaktewater. Dit water is afkomstig uit één nabijgelegen hoofdwaterloop die als apart waterlichaam is onderscheiden.

Voor de winningen waar de waterkwaliteit verslechtert kan een gebiedsdossier worden opgesteld. Dit dossier wordt opgesteld door waterbedrijf, provincie en waterbeheerder. Aanvullend op de reguliere inhoud van een gebiedsdossier kunnen de volgende onderdelen worden behandeld:

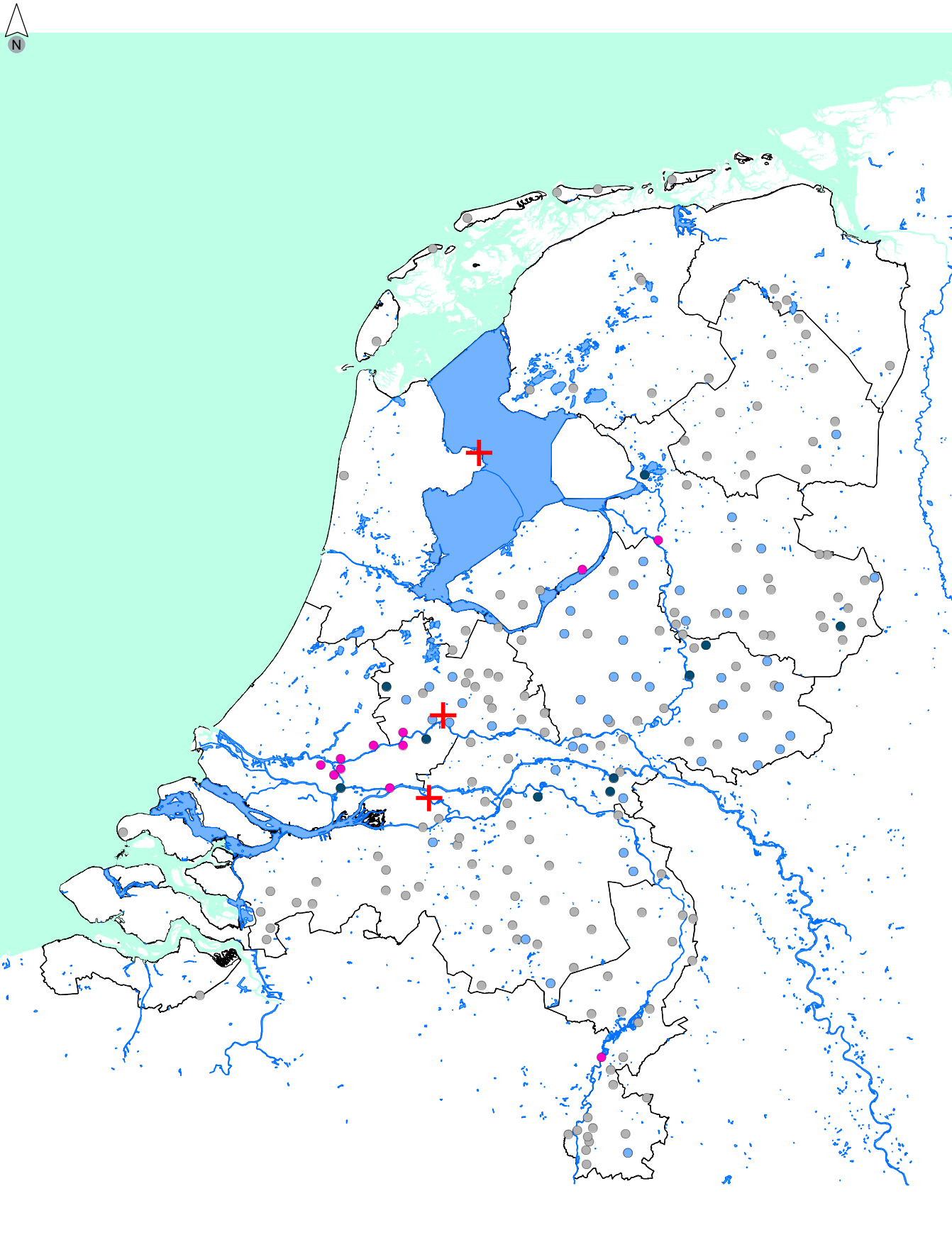
- nut en noodzaak instellen beschermingszones;
- toestaan activiteiten in beschermingszones;
- monitoring kwaliteit van onttrokken water;
- draaiboek bij calamiteiten, rol en taakverdeling;
- preventie en risico beperking.

Stap 2: Kan de verslechtering structureel worden opgelost door menging c.q. sluiting van bepaalde bronnen?

Het aanpassen van de configuratie van het puttenveld is een eerste verantwoordelijkheid van het waterbedrijf.

Stap 3: Is er sprake van een toename in zuiveringsinspanning?

Voor de KRW worden de winningen individueel beoordeeld op de mate van benodigde zuivering. Deze zuiveringsinspanning mag niet toenemen. In de KRW is niet exact omschreven hoe deze beoordeling gemaakt kan worden. In het SGBP zullen alle winningen beoordeeld worden op de mate van zuiveringsinspanning op basis van de gemeten concentraties in het onttrokken water.



Legenda

- Grondwaterwinning uit oeverwater
- Grondwaterwinning beïnvloed door grote rivieren/kanalen (> 10%)
- Grondwaterwinning beïnvloed door regionaal oppervlaktewater (> 10%)
- Grondwaterwinning niet beïnvloed door oppervlaktewater (> 10%)
- + Inlaatpunt van oppervlaktewater voor duininfiltratie

(Deels) gebaseerd op (Leunk, I.S. de Rijk, 2006)



Titel:
Grondwater winningen beïnvloed
door oppervlaktewater

Project:
Interactie Grond-en
Oppervlaktewater

Opdrachtgever:
CSN

Datum:
25-06-2008

Schaal:

Figuur:
6.3



Stap 4a: Wat zijn bedreigingen uit de grote rivieren

De twee belangrijkste bedreigingen uit de grote rivieren zijn:

- De aanwezigheid van organische microverontreiniging zoals bestrijdingsmiddelen maar ook geneesmiddelen in het Rijn en Maaswater is een potentiële bedreiging voor de oevergrondwaterwinningen langs deze rivieren;
- Door herstel van getijdenwerking in de Zeeuwse en Zuid Hollandse wateren (Haringvliet en Grevelingen) worden stroomafwaartse delen van Rijn en Maas zouter. Dit vormt voor een aantal drinkwaterwinningen in dit gebied een concrete bedreiging. De milieueffecten worden nog uitgewerkt in een MER-studie.

De provincie neemt contact op met Rijkswaterstaat over het nemen van maatregelen. In sommige gevallen zal ook internationale afstemming nodig zijn.

Stap 4b: Wat zijn bedreigingen uit regionaal water

De belangrijkste bedreiging uit regionaal oppervlaktewater is de aanwezigheid van organische microverontreiniging zoals bestrijdingsmiddelen maar ook geneesmiddelen.

6.4 Geplande maatregelen en monitoring

Door de oppervlaktewaterbeheerders zijn veel maatregelen gedefinieerd voor het verbeteren van de kwaliteit van het oppervlaktewater. Voorbeelden zijn het saneren van overstorten, het optimaliseren van RWZI's en het generieke diffuse bronnenbeleid. Hierbij wordt geen rekening gehouden met eventuele infiltratie van het oppervlaktewater naar een grondwaterwinning. Daarom zijn door het KIWA (Leunk en De Rijk 2006) aanvullende maatregelen gedefinieerd ter bescherming van grondwaterwinningen beïnvloed door oppervlaktewater:

- Aanvullende zuivering van effluent van RWZI's bij waterlopen die door het intrekgebied van winningen lopen;
- Afvangen van het eerste afspoelende regenwater (first flush) bij afgekoppeld water in woonwijken;
- Aanvullende vergunningseisen voor industriële lozingen die lozen op waterlopen die door het intrekgebied van winningen lopen.;
- Verbetering van de communicatie over de invloed van oppervlaktewater op drinkwaterwinning;
- Effectgerichte maatregelen nemen zoals het omleggen, waterdicht maken en dempen van waterlopen.

De waterbeheerders hebben bovenstaande concrete maatregelen niet overgenomen in het SGBP. Wel is men voornemens om gebiedsdossiers op te stellen voor kwetsbare winningen.

6.5 Case beschrijving: oevergrondwaterwinning Bergambacht

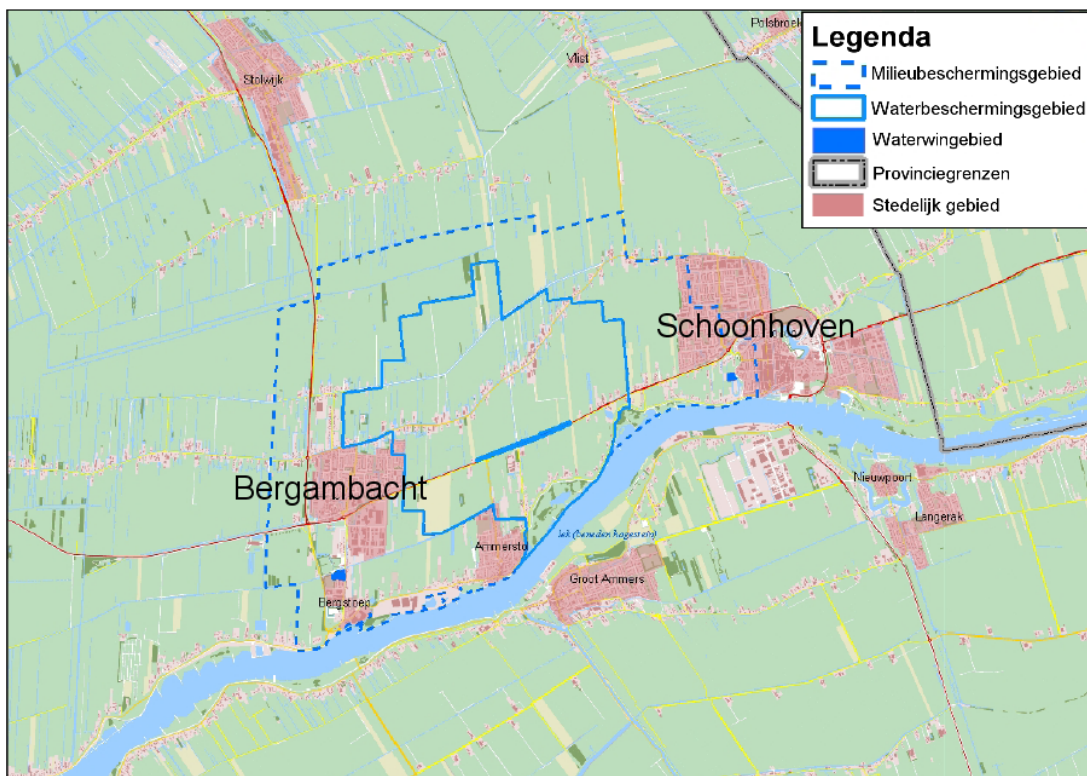
Het waterleidingbedrijf Oasen exploiteert de oevergrondwaterwinning Bergambacht. Deze winning voorziet ongeveer 280.000 consumenten in de provincie Zuid-Holland van drinkwater. Als bron voor de drinkwaterproductie wordt gebruik gemaakt van oevergrondwater. Rivierwater uit de Lek infiltreert naar het grondwater en wordt op 500-1000 m afstand van de rivier onttrokken. De totale onttrokken hoeveelheid grondwater bedroeg in de afgelopen jaren ruim 14 M m³/jaar.

Voor deze drinkwaterwinning is door het RIVM een gebiedsdossier opgesteld (Wuijts *et al*, 2007). Het gebiedsdossier is een instrument om informatie te bundelen die van invloed is op de waterkwaliteit van de winning. Op basis van deze informatie kunnen effectieve beschermingsmaatregelen, gericht op preventie en risicobeheersing, worden ontwikkeld. In opdracht van het Ministerie van VROM heeft het RIVM een protocol opgesteld om een gebiedsdossier te ontwikkelen. Dit protocol is uitgewerkt voor drie typen waterwinning (grondwater, oevergrondwater en oppervlaktewater). De winning Bergambacht heeft als voorbeeld gediend voor een oevergrondwaterwinning. De hieronder beschreven case is grotendeels op dit gebiedsdossier gebaseerd.

In het gebiedsdossier worden de aspecten beschreven die relevant zijn voor de waterkwaliteit bij de winning Bergambacht. Het doel van het gebiedsdossier is het scheppen van een gemeenschappelijk inzicht in de factoren die van belang zijn voor de kwaliteit van het onttrokken water. Dit vormt de input voor de uitwerking van maatregelen ter verbetering van de waterkwaliteit ter plaatse van het onttrekkingspunt door de verschillende betrokken partijen. Het gebiedsdossier kan dus worden gebruikt voor communicatiedoelinden, de ontwikkeling van maatregelen ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water doelstellingen en als toetsingskader voor de drinkwaterfunctie bij ruimtelijke ontwikkelingen.

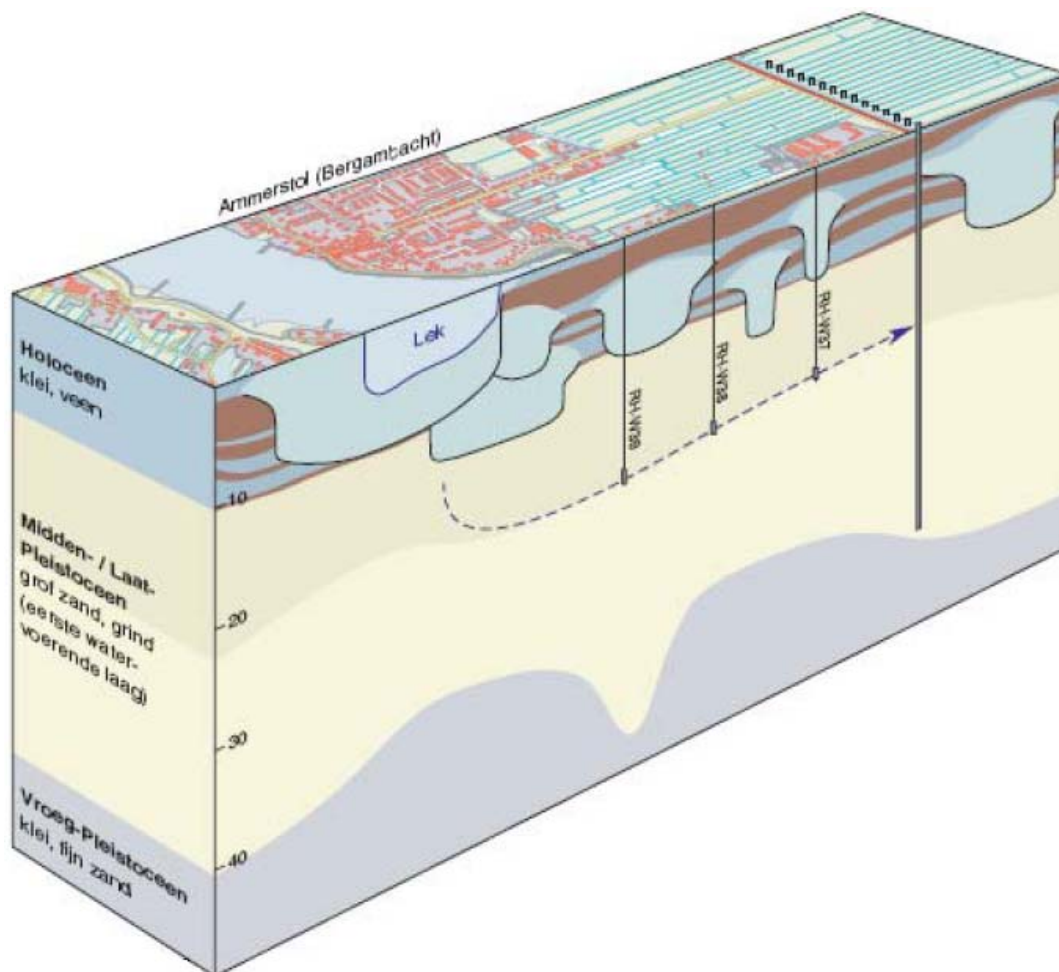
De winning Bergambacht is gesitueerd evenwijdig aan de Lek (zie figuur 6.4). Het ruwwater wordt onttrokken uit het eerste watervoerend pakket, op een diepte van circa NAP -15 m tot circa NAP -40 m. De Lek doorsnijdt de afsluitende deklaag ter plaatse. Het onttrokken water bestaat voor 60% uit rivierwater, 20% uit water dat toestroomt uit de uiterwaarden van de Lek (een mengsel van neerslag en rivierwater) en 20% uit polderwater (polder Bergambacht en Krimpenerwaard). De bodemopbouw is schematisch weergegeven in figuur 6.5.

Figuur 6.4 Overzicht beschermingsgebied winning Bergambacht gelegen langs de Lek.



De bodempassage vormt een belangrijk onderdeel van het zuiveringsproces. De verblijftijd varieert van minimaal ongeveer 3,3 jaar (10% van het onttrokken water) tot maximaal 275 jaar (90% van het onttrokken water) en bedraagt gemiddeld 10 jaar. Tijdens bodempassage van infiltrerend rivier- of polderwater treden grote hydrochemische veranderingen op. De samenstelling van het oorspronkelijk geïnfiltreerde zuurstof- en nitraatrijke water verandert door interactie met slib-, klei- en veenlagen in anaëroob grondwater. Veel van de in het oppervlaktewater aanwezige stoffen worden tijdens bodempassage effectief verwijderd. Een aantal organische en anorganische microverontreinigingen (met name de slecht afbraakbare polaire stoffen) wordt echter niet of nauwelijks verwijderd, zoals bentazon, diglyme, dikegulac, MTBE et cetera (Timmer et al., 2007). Een ander kenmerk van bodempassage is dat het een proces is dat niet kan worden gestopt zoals de directe inname van oppervlaktewater. Kwaliteitscalamiteiten kunnen zich na jaren manifesteren in het onttrokken oevergrondwater.

Figuur 6.5 Conceptueel model oevergrondwaterwinning Bergambacht



De waterkwaliteit van het onttrokken water wordt door het waterleidingbedrijf geanalyseerd. Naast analyse van wettelijk voorgeschreven parameters (Waterleidingbesluit) wordt ook screeningsonderzoek uitgevoerd naar onbekende stoffen. De opzet van het meetprogramma wordt gebaseerd op de meetresultaten van RIWA (Vereniging van Rivierwaterbedrijven). Het RIWA beheert en onderhoudt een waterkwaliteitsmeetnet t.b.v. het signaleren van (ongewenste) kwaliteitsveranderingen van het rivierwater. Stoffen die bij het RIWA meetpunt Nieuwegein gedurende langere tijd in gehalten hoger dan 0,1 µg/l zijn aangetroffen en door hun aard een potentieel risico vormen omdat zij moeilijk worden verwijderd tijdens de bodempassage, worden in de winning gemonitord.

Stap 1: Is er sprake van een verslechtering van de ruwwaterkwaliteit door infiltrerend oppervlaktewater?

Ten aanzien van de bedreiging van de rivierwaterkwaliteit kan een onderscheid gemaakt worden tussen piekverontreinigingen als gevolg van calamiteiten (altijd puntlozingen) en een continue belasting van de rivier (vaker diffuse bronnen). De continue belasting van de rivier vormt een veel groter risico voor de waterkwaliteit in de winputten, dan piekverontreinigingen als gevolg van calamiteiten. Door de in de voorgaande paragraaf genoemde verblijftijdspreading treedt er namelijk een grote afvlakking op van eventuele piekverontreinigingen in de rivier.

Stap 2: Kan de verslechtering structureel worden opgelost door mening c.q. sluiting van bepaalde bronnen?

Nee. Vergelijking van de waterkwaliteit in Nieuwegein en het in Bergambacht onttrokken water laat zien dat niet alleen de aangetroffen concentraties veel lager zijn, maar ook dat de stoffen die in de jaren zeventig en tachtig in hoge gehalten op de Rijn werden aangetroffen, nu worden gevonden in de winputten. Reductie van de stoffenlast op de Rijn zal dus ook pas op langere termijn zichtbaar zijn in de kwaliteit van het onttrokken water.

Stap 3 en 4: Toename zuiveringsinspanning nodig en goede toestand in gevaar?

De probleemstoffen voor de drinkwaterwinning Bergambacht die nu tot normoverschending leiden zijn:

- Methyl-tertiair-butylether (MTBE) (Benzine additief)
- Diglyme (Oplosmiddel)
- Vluchtige Gehalogeneerde Koolstofverbindingen (VGK) (Industriële toepassing)

Potentiële probleemstoffen voor de drinkwaterwinning Bergambacht zijn de stoffen die nu in het rivierwater tot normoverschrijding leiden en die dermate mobiel en resistent zijn dat deze in de toekomst mogelijk tot normoverschrijding in het drinkwater leiden. Het gaat hier om de volgende stoffen:

- Aminomethylfosfon-zuur (AMPA) (Metaboliët glyfosaat en wasmiddelen)
- Jopamidol (Röntgencontrastmiddel)
- Fenazon (Pijnstiller)
- Trifenyfosfine-oxide (Bijproduct chemische synthese)
- 2-Chloor-aniline (Grondstof chemische en kunststofindustrie)
- Dikegulac (Pesticide)
- Bentazon (Pesticide)
- Carbamazepine (Anti epilepticum)
- Isoproturon (Herbicide)
- Barium (Industriële toepassing)
- Ftalaten (Weekmakers plastic)

Uit een vergelijking van concentraties (potentiële) probleemstoffen in het rivierwater bij Lobith en Nieuwegein blijkt dat een merendeel van de vracht van deze stoffen uit het buitenland komt. Er is namelijk sprake een afname van concentraties tussen Lobith en Nieuwegein, wat alleen maar verklaard kan worden door verdunning in dit riviertraject. Voor een aantal bestrijdingsmiddelen en geneesmiddelen geldt dat de concentratie vanaf Lobith toeneemt dan wel constant blijft (verdunning heeft geen invloed).

Dit betekent dat emissiereductie naar de Nederrijn/Lek wel degelijk een positief effect zal hebben. Deze stoffen zijn afkomstig van:

- Landbouw (bestrijdingsmiddelen)
- Lozingen door RWZI's en industrie
 - i. Bestrijdingsmiddelen (afstroming verhard oppervlak)
 - ii. MTBE (afstroming verhard oppervlak)
 - iii. Geneesmiddelen
 - iv. Industriële componenten)

Stap 5: Provincie spreekt waterbeheerder aan op maatregelen

Uiteraard zijn er een groot aantal maatregelen denkbaar die de drinkwaterwinning in de toekomst kunnen beschermen. Zoals in het gebiedsdossier al is beschreven moet de keuze voor het al dan niet uitvoeren van maatregelen plaatsvinden op basis van overleg met de betrokken partijen. De provincie lijkt, als overheid met een verantwoordelijkheid op meerdere beleidsterreinen van het omgevingsrecht, de meest logische partij om op te treden als initiatiefnemer. Zij spreekt RWS aan op het treffen van passende maatregelen. Dat neemt niet weg dat de maatregelen moeten worden ontwikkeld in samenwerking met alle betrokken partijen, Rijkswaterstaat directie Zuid-Holland, provincie Zuid- Holland, de gemeenten Bergambacht en Schoonhoven, het Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard en het waterleidingbedrijf Oasen en dat ook deze partijen hierin weer hun eigen verantwoordelijkheid hebben.

7 ALGEMENE INZICHTEN VOOR VERDERE UITWERKING

7.1 Uitwerking in eerste SGBP

Grond- en oppervlaktewater hebben tot nu toe vooral beide hun eigen doelen, maatregelen en monitoringprogramma. In de praktijk hebben grond- en oppervlaktewater in Nederland echter nauwe relaties. Nederland kenmerkt zich immers door een neerslagoverschot, hoge grondwaterstanden, intensieve drainage en een relatief hoge milieubelasting in bodem en (bovenste) grondwater. De samenhang tussen grond- en oppervlaktewater kan in het SGBP beschreven worden door gebruik te maken van tekstgedeeltes, denklijnen en kaarten uit dit rapport. In de stroomschema's in dit rapport is deze denklijn per onderwerp in een aantal stappen uiteengezet. In de case studies is omschreven hoe dit praktisch uitgewerkt is.

7.2 Nadere uitwerking en verankering

Over de interactie tussen grondwater en oppervlaktewater is landelijk nog onvoldoende bekend om het onderwerp volledig en kwantitatief te kunnen beschrijven in het eerste SGBP. Reden hiervoor is dat dit onderwerp lange tijd als kennisleemte is gedefinieerd en vervolgens herhaaldelijk vooruit is geschoven in de tijd. Voor een degelijke uitwerking in het tweede SGBP is voldoende tijd nodig. Onderstaande paragrafen geven aanbevelingen voor verschillende onderdelen die in de periode tot het tweede SGBP uitgewerkt kunnen worden. Met de uitwerking dient tijdig (2008 of uiterlijk 2009) gestart te worden.

De wens om te komen tot integrale aanpak van grondwater-oppervlaktewater is niet nieuw. De komst van de KRW heeft dit onderwerp alleen opnieuw en duidelijker op de agenda gezet. Uitwerking dient volgens de begeleidingsgroep te gebeuren in lopende trajecten zoals het opstellen van het Gewenste Grond en Oppervlaktewater Regime (GGOR), de Natura-2000 beheerplannen en de gebiedsdossiers voor (kwetsbare) grondwaterwinningen. Bij deze trajecten zijn meerdere partijen betrokken. Om er voor te zorgen dat de doelen en maatregelen voor de Kaderrichtlijn Water voldoende in deze plannen betrokken worden is enige vorm van landelijk overzicht en coördinatie nodig. Het Rijk kan de provincies en waterschappen helpen door een handreiking op te stellen met de technische en procesmatige voorwaarden om een KRW-proof GGOR, gebiedsdossier of Natura-2000 beheerplan te maken, waarbij de interactie tussen grond- en oppervlaktewater de aandacht krijgt die het verdient.

7.3 Aanbevelingen voor monitoring

Het monitoringprogramma kan jaarlijks aangepast worden. De leemtes in het huidige meetprogramma kunnen daarom snel ingevuld worden. We raden het volgende aan:

- intensief monitoren van de uitspoeling van grondwater naar oppervlaktewater op enkele representatieve voorbeeldlocaties in Nederland. Deze voorbeeldlocaties moeten representatief zijn qua bodem, hydrologie en landgebruik, zodat de resultaten in andere delen van Nederland gebruikt kunnen worden. De metingen worden vooral gebruikt voor een beter systeembegrip en vergelijking met berekeningen uit modellen. Daarnaast kunnen waterkwaliteitsmetingen ook gebruikt worden in waterkwantiteitsmodellen om de interactie grondwater-oppervlaktewater aan te geven.

- De metingen worden gericht op de grootste probleemstoffen in het oppervlaktewater zoals stikstof, fosfaat en metalen; daarnaast is het cruciaal dat ook de kwaliteit van het ondiepe grondwater wordt bepaald;
- opnemen van beekafvoeren, vooral met het oog op toekomstige wijzigingen in afvoer ten gevolge van bijvoorbeeld klimaatveranderingen of ingrepen in het watersysteem (berekening vanuit grondwater);
 - opnemen van een integraal meetprogramma voor de Natura 2000 gebieden. Integraal wil zeggen met meetpunten in grond en oppervlaktewater; en metingen naar freatische grondwaterstanden, diepe stijghoogten en (grond)waterkwaliteit. Vanuit Natura 2000 is het wenselijk dat metingen aan de ecologie parallel verlopen aan de hydrologie, zodat de twee onderwerpen goed met elkaar in verband kunnen worden gebracht;
 - beter integreren van metingen van de kwaliteit van onttrokken oeverwater (door de waterbedrijven) en de kwaliteit van het oppervlaktewater (door Rijkswaterstaat).

Er lopen al veel meetprogramma's waar goed op aan kan worden gesloten. Zo wordt kennis meer gedeeld en blijven de extra kosten voor metingen beperkt.

Aanbevolen wordt om de bovenstaande punten op te nemen in het SGBP als operationele monitoring of als monitoring voor nader onderzoek.

7.4 Schaal van de oppervlakte en grondwaterlichamen

De schaal van de oppervlaktewater en grondwaterlichamen verschilt. Grondwaterlichamen zijn veel groter dan de oppervlaktewaterlichamen. Dit maakt het lastig om rekening te houden met de achtergrondbelasting. Daarnaast is het niet duidelijk wat de afbakening is tussen grond en oppervlaktewater. Een waterbeheerder omschreef tijdens de workshop het drainagewater en afspoelende landbouwwater als "oppervlaktewater dat tijdelijk in de grond verblijft". In de workshop bleek dat de indeling in waterlichamen in de praktijk niet bevorderend werkt voor een betere afstemming tussen grondwater en oppervlaktewater.

De indeling in waterlichamen hoeft echter niet belemmerend te zijn, maar biedt ook kansen en vrijheid om doelen en maatregelen te definiëren. Hierbij stellen we (ons) het volgende voor.

1. Grondwaterbeheerders richten zich op de goede toestand van de grondwaterlichamen (basiskwaliteit). Dit zijn relatief grote waterlichamen gericht op het beschermen van het diepere grondwater ten behoeve van de drinkwatervoorziening en natuur. De KRW draagt hiervoor drempelwaarden aan als instrument. Bij het afleiden van deze drempelwaarden is rekening gehouden met de kwetsbare receptoren oppervlaktewater, natuur en drinkwater. Ten behoeven van de bescherming van het diepere grondwater zijn maatregelen aan het maaiveld noodzakelijk. In de beschermde gebieden (N-2000 gebieden en grondwaterbeschermingsgebieden) kunnen extra maatregelen worden genomen. Dergelijke maatregelen zullen met name gericht zijn op de invloed van grondwater op oppervlaktewater en andersom, en worden afgestemd met de oppervlaktewaterbeheerder.

2. De oppervlaktewaterbeheerders richten zich op het halen van de doelen in de oppervlaktewaterlichamen. De oppervlaktewaterbeheerders houden daarbij rekening met de toestroom van grondwater via oppervlakkige afspoeling, drains, ondiep en diep grondwater. De oppervlaktewaterlichamen zijn fijner van schaal dan de grondwaterlichamen. Dit biedt de kans om de doelen per oppervlaktewaterlichaam af te stemmen op de achtergrondbelasting. De te hanteren drempelwaarden in het grondwaterlichaam hoeven niet 1 op 1 vertaald te worden naar oppervlaktewaterlichamen: op maatregelniveau wordt afstemming gezocht met de grondwaterbeheerder.

Belangrijkste punt van aandacht is dat waterbeheerders met elkaar over leggen hoe doelen en maatregelen op elkaar afgestemd kunnen worden.

7.5 Kennisleemtes en aanbevelingen voor het tweede SGBP

Een betere afstemming tussen grond- en oppervlaktewater kan er toe leiden dat de doelen of maatregelen in 2015 worden bijgesteld of gefaseerd. De Kader Richtlijn Water geeft die mogelijkheid, mits goed onderbouwd. De doelen (GEP's) in oppervlaktewater kunnen bijvoorbeeld aangepast worden vanwege onomkeerbare invloeden uit het grondwater. Daarom dienen de aanbevelingen uit het voorliggende rapport zo concreet mogelijk te worden toegepast.

Verdere uitwerking van het onderwerp interactie grondwater – oppervlaktewater vergt de komende jaren nog de nodige aandacht omdat nog niet alle onderwerpen voldoende inhoudelijk zijn uitgezocht en gekwantificeerd. Er zijn hierbij drie aandachtspunten:

1. De relatieve bijdrage van grondwater (verschillende bronnen) aan het oppervlaktewater is nog onvoldoende bekend. Dit kan verbeterd worden door:

- verfijnen van het detailniveau van de landelijke grondwatermodelberekeningen (STONE) in schematisatie van de hydrologie en de aanwezige stoffen in de bodem;
- aanvullen van de (diepe) grondwatercomponent in de emissie-database ERC;
- beter schatten van de nalevering uit de waterbodembodem;
- beter karteren van de kwaliteit van het bovenste grondwater, met name in de klei- en veengebieden (vanwege de hoge mate van drainage naar het oppervlaktewater);
- verbeteren van de waterbalansen per oppervlaktewaterlichaam;
- verzamelen van meer gegevens om grondwaterfluxen te kunnen vertalen in concentraties in het oppervlaktewater.

2. Het wegvallen van kwel en aanvoer van grondwater naar het oppervlaktewater is op landelijke schaal onvoldoende in beeld. Bekend is dat dit fenomeen op grote schaal is opgetreden sinds de vijftiger jaren. Incidenteel is wel een en ander in beeld gebracht op zeer lokale schaal. Maar een systematische kwantitatieve analyse voor alle beken, vennen en plassen ontbreekt. Op basis van beschikbare gegevens uit eerdere studies kan dit waarschijnlijk snel geïnventariseerd en daarmee deels in beeld worden gebracht. Daarnaast kunnen de benodigde hydrologische parameters (debiet, kwaliteit van het toestromende kwelwater) beter afgestemd worden op de ecologische doelen voor het oppervlaktewater. Hiervoor zijn eenvoudige benaderingen mogelijk zoals bijvoorbeeld het plaatsen van een peilbuis in de watergang voor (grond)waterkwaliteitsmetingen.

3. De knelpunten voor de Natura-2000 gebieden zijn tot nu toe slechts globaal in beeld gebracht. Een systematische ecohydrologische systeembeschrijving per gebied ontbreekt nog. De KIWA knelpunten analyse, de metingen uit verdrogingsmeetnetten (zoals Noord-Brabant en Limburg), en eerdere systeem en modelstudies kunnen hiervoor gebruikt worden. Duidelijk is dat sulfaat in het ondiepe grondwater (al dan niet via kwel) een probleem kan vormen voor diverse Natura2000 gebieden. Dit dient bij de verdere uitwerking van Natura2000, en in samenhang met de KRW, adequaat in beeld te worden gebracht.

7.6 Organisatie en afstemming tussen partijen

Een belangrijke reden dat het onderwerp interactie grondwater-oppervlaktewater soms nog weinig aandacht heeft gekregen is dat niet altijd duidelijk is wie waarvoor verantwoordelijk is. Dit probleem blijft bestaan zo lang de taken en verantwoordelijkheden niet duidelijk zijn of niet aansluiten bij de praktijk van het waterbeheer. Dit is thans onvoldoende het geval.

De geschetste situatie vormt een van de aanleidingen voor het opstellen van de nieuwe Waterwet, die naar verwachting in de loop van 2009 in werking treedt. Deze wet integreert een aantal waterwetten, waaronder ook de Grondwaterwet. Ook wordt hiermee geregeld, dat bepaalde bevoegdheden voor het ondiepe grondwaterbeheer, inclusief het verstrekken van vergunningen voor onttrekkingen, verschuiven van provincies naar waterschappen. Naar verwachting treedt hiermee een vereenvoudiging op in de organisatie van het waterbeheer, waarmee een betere afstemming tussen grondwater en oppervlaktewater een stap dichterbij komt.

Literatuur

[Aggenbach, C.J.S. & A.J.M. Jansen, 2004]
Effectgerichte maatregelen tegen verdroging, verzuring en stikstofdepositie in beekdalen (Twenthe) en natte duinvalleien in het Renodunale District (Goeree-Overflakkee), Rapport EC-LNV nr. 2004/280-O.

[Alterra, 2007a]
Bronnen van nutriënten in het landelijk gebied. De bijdrage van landbouw aan oppervlaktewaterkwaliteit in perspectief. F.J.E. van der Bolt, H.P. Oosterom, R.F.A. Hendriks, P. Groenendijk. Alterra rapport 1483.

[Alterra, 2007b]
Effecten van hydromorfologische ingrepen op de afleiding van de MEP/GEP voor nutriënten. Jeroen de Klein (WUR Alterra), Rob Portielje (RWS Waterdienst). Alterra rapport 1611, december 2007

[Bardoel, T. et al. 2003]
Het effect van waterbeheer op de chloride- en nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in Polder de Noordplas; Datarapport: uitwerking van verzamelde gegevens en eerste water- en stoffenbalans; TNO Rapport NITG 03-98-B

[Bouwma I.M.et al., 2004]
Implementatie van EU-natuurbeleid en –fondsen in Nederland; Achtergronddocument bij Natuurbalans 2004, Planbureau rapporten 4, Natuurplanbureau – vestiging Wageningen.

[Van Delft, S.P.J., P.C. Jansen en R.H. Kemmers, 2003]
Effecten van hydrologische maatregelen tegen verzuring, vermesting op water, bodem en vegetatie in Groot Zandbrink: Evaluatie na twaalf jaar, Alterra rapport 706, Wageningen

[EU, 2007a]
Guidance Status and Trends, working group C – Groundwater. Groundwater Quantitative Status, draft v1.2 03 sep 2007.

[Grath, J., R. Ward, 2007]
Drafting Group WGC-2 Status Compliance and Trends, Groundwater Chemical Status version 1.2 september 2007.

[EU, 2007B]
Guidance Status and Trends, working group C – Groundwater. Groundwater Chemical Status, draft v1.2 03 sep 2007

[EU, 2007C]
Common Methodology for the establishment of threshold values, draft v4.2 augustus 2007

[Everts, H., et al. 2002]

Van Moesdistel tot Boomkikker, Visie van Staatsbosbeheer op het behoud en herstel van natuur- en landschapswaarden in het beekdallandschap van het Merkske. Staatsbosbeheer regio West-Brabant – Deltagebied, Middelburg, TNO-NITG Delft en Buro Everts & de Vries, Groningen.

[Faasen, E., 2008]

Mondelinge mededeling, Hoogheemraadschap Rijnland.

[Jansen, A.J.M., 2000]

Hydrology and restoration of wet heathland and fen meadow communities. Proefschrift Rijksuniversiteit Groningen.

[Heerdink, R., H.P. Broers, B. van der Grift, A. Marsman en F. Roelofzen, 2008]

Modellering van de grondwaterbijdrage aan de kwaliteit van het oppervlaktewatersysteem in zuidoost Brabant. Deelrapport II van het Aquaterra/Stromon project. TNO rapport 2008-U-R0407/A.

[Hulskotte, J.H.J., et al. 2007]

Afvalwaterketenonderzoek (AKON). Emissiebronnen, maatregelen en effecten op oppervlaktewater in het verzorgingsgebied van twee RWZI's in het beheersgebied van waterschap Aa en Maas. TNO rapport 2007-A-R0326/B

[KIWA, 2007a]

Grondwater voor natuur, J. Witte, C. Aggenbach, J. Runhaar, KIWA 2007

Beoordeling van de grondwatertoestand volgens de KRW, Ton de Nijs e.a. RIVM oktober 2007

[KIWA/EGG-consult, 2007b]

Knelpunten en kansanalyse Natura 2000-gebieden. Kiwa Water Research/ EGG-consult, Nieuwegein in opdracht van Ministerie van LNV.

[Klein, F. 1989]

Landschapsecologische kartering Nederland: grondwaterrelaties. Centrum voor Milieukunde en Staring Centrum. CML-mededelingen 51. Stiboka-rapport nr. 2107

[Leunk, I. en S. de Rijk, 2006]

Kaderrichtlijn Water maatregelen ten aanzien van de bescherming van winningen onder invloed van infiltrerend oppervlaktewater; KWR 06.115. Kiwa, Nieuwegein.

[Louw, P.G.B. de, R. Rakkum, H. Folkerts en H. van Hardeveld, 2004]

Het effect van waterbeheer op de chloride- en nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater in Polder de Noordplas; Syntheserapport: Definitieve wateren stoffenbalans en effecten van verschillende waterbeheersscenario's; TNO Rapport NITG 04-241-

[Louw, P.G.B. de, 2004]

Nutriënten- en chloridebelasting in Polder de Noordplas, Wellen verzilten oppervlaktewater, TNO-NITG – INFORMATIE, Oktober 2004.

[Louw, P.G.B. de, 2006]

Wateratlas Twente. De grond- en oppervlaktewatersystemen van Regge en Dinkel, TNO Bouw & Ondergrond i.s.m. Waterschap Regge & Dinkel.

[NITG-TNO, 2006]

Brochure Merkske: (Ground)water management and physical planning, regional and local hydrological influences on a brook valley wetland system. BenO uGB 028 02-2006.

[Van der Molen, D. & R. Pot (red), 2007]

Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water, STOWA Rapportnummer 2007-32, ISBN 978.90.5773.383.3

[Projectgroep Implementatie Handreiking, 2005]

Handreiking MEP/GEP. Handreiking voor vaststellen van status, ecologische doelstellingen en bijpassende maatregelpakketten voor niet-natuurlijke wateren. November 2005.

(Projectgroep Implementatie Handreiking, 2005).

[Van Pruissen, F. 2008]

Verslag van de Landelijke Themadag Monitoring TOP-gebieden op 26 maart 2008 in Utrecht. Frank van Pruissen, Provincie Utrecht. 3 april 2008.

[TNO, 2005]

Een quickscan inventarisatie van de bijdrage van het grondwater aan de oppervlaktewaterkwaliteit in Noord-Brabant. Deelrapport 1 van het Aquaterra/Stromon project - Concept 2005, TNO.

[RHK/TNO, 2007a]

Invloed van grondwater op oppervlaktewater Regionale differentiatie in Noord-Brabant. Royal Haskoning/TNO rapport in opdracht van Provincie Noord-Brabant. Definitief rapport 9S5637 Versie 4.0. 11 mei 2007.

[RHK, 2007b]

Verkenning indicatieve drempelwaarden grondwater KRW. Royal Haskoning/TNO/RIVM rapport in opdracht van DG Water/Coördinatie Stroomgebieden Nederland mede namens 12 provincies. 3 december 2007. Definitief rapport 9S6601. ir. C. van den Brink (RHK), dr. H.F. Passier (TNO), ir. F.Th. Verhagen (RHK), ir. K.W. van der Hoek (RIVM).

[RIVM 2006]

Evaluatie duurzame gewasbescherming 2006: milieu. Linden AMA van der, Beelen P van, Berg GA van den, Boer M de, Gaag DJ van der, Groenwold JG, Huijsmans JFM, Kalf DF, Kool SAM de, Kruijne R, Merkelbach RCM, Snoo GR de, Vijftigschild RAN, Vijver MG, Wal AJ van der. RIVM rapport 607016001

[RIZA, 2006]

Handreiking afstemming KRW monitoring: oppervlaktewater-grondwater en beschermd gebied. Concept RIZA rapport. 30 januari 2006. Suzanne Stuijtzand Remco van Ek en Hans Ruiter.

[Rozemeijer, J., H.P. Broers, H. Passier & B. van der Grift, 2008]
Een quickscan inventarisatie van de bijdrage van het grondwater aan de oppervlaktewaterkwaliteit in Noord-Brabant Deelrapport I van het Aquaterra/STROMON project. TNO rapport 2008-U-R0406/A.

[Rozemeijer, J. , H.P. Broers en A. Geerts, 2007]
Grondwater in Noord-Brabant zorgt voor overschrijding MTR-waarden in oppervlaktewater. H2O 4,: 40-43

[STOWA, 2007]
Afleiding getalswaarden voor nutriënten voor de goede ecologische toestand voor natuurlijke wateren. Gecombineerd STOWA (2007-02) / RIZA (2007-001) rapport

[Timmer, H., Genuchten, C. van, Driel, F. 2007]
Actuele kwaliteit van het infiltrerende River en polderwater. Rapportage in het kader van de inspectierichtlijn Harmonisatie meetprogramma drinkwaterkwaliteit. Oasen, Gouda

[TNO/Alterra, 2002]
De achtergrondbelasting van het oppervlaktewatersysteem met N, P en Cl, en enkele ecohydrologische parameters in West –Nederland. Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO en Alterra rapport NITG 02-166-A. oktober 2002, J. Griffioen (TNO-NITG), P.G.B. de Louw (TNO-NITG), H.L. Boogaard (Alterra) en R.F.A. Hendriks (Alterra)

[Van Veen, R en S. Busch, 2007]
Concept Werkplan relatie tussen grond- en oppervlaktewater, R. Van Veen en S. Busch, 25 juni 2007

[VROM, 2007]
2-CM08-02c DrempelwaardenTabellen 20-12-2007

[V&W, 2007]
Nadere uitwerking KRW doelen grondwaterkwantiteit. Concept rapport van Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Versie 29 januari 2007.

[Waaian, Guido, 2008]
Mondelinge mededeling, Waterschap Brabantse Delta.

[Werkgroep MIR, 2008]
Protocol toetsen en beoordelen voor de operationele monitoring en toestand- en trendmonitoring toetsjaar 2007. R. Torenbeek (Arcadis) & T.A.H.M. Pelsma (RWS) in opdracht van: RWS-Waterdienst. Definitief, goedgekeurd door MRE dd 28 januari 2008.

[Wuijts S, Rijswick H.F.M.W. van, Dik H.H.J. 2007]
Gebiedsdossiers voor drinkwaterbronnen, uitwerking van risico's en ontwikkeling van maatregelen. RIVM rapport 734301032

[Zwolsman, J.J.G. en K. de Schampelaere, 2007]
Biologische beschikbaarheid en actuele risico's van zware metalen in oppervlaktewater, STOWA rapport 2007-12, ISBN 978-90-5773-362-8