

Augustus 2013

Herziening van het beregeningsbeleid van Brabant

**Een programma van eisen voor toetsend onderzoek
aan de Natuurbeschermingswet**

Rapport

Herziening van het beregeningbeleid van Brabant

Een programma van eisen voor toetsend onderzoek
aan de Natuurbeschermingswet

30 augustus 2013

Opdrachtgevers

Waterschap Aa en Maas
Waterschap De Dommel
Waterschap Brabantse Delta
Provincie Noord Brabant

Auteurs

Prof. Dr. Ir. Cees van den Akker
Prof. Dr. Jan Roelofs (Radboud Universiteit Nijmegen)

Eindredactie en regie:

Dr. Ir. Arnaut van Loon (KWR)
Ir. Jan Willem Kooiman (KWR)

Verzonden aan

Gerard de Jong (Waterschap Aa en Maas)

Samenvatting

Inleiding

De Brabantse grondwaterbeheerders zijn voornemens om het beregeningsbeleid op provinciaal niveau te flexibiliseren. Een cruciaal onderdeel van dit beleid is de instelling van zones rond Natura 2000 gebieden (in het vervolg ook wel N2000 genoemd) waar het huidige beleid van kracht blijft. Het doel van deze "stand still zones" is om hydrologische effecten als gevolg van wijzigingen in het grondwatergebruik voldoende te dempen om significant negatieve effecten op de N2000-waarden te voorkomen. De contouren van deze zones dienen daarom door middel van toetsend onderzoek aan de Natuurbeschermingswet (of Nb-wet) te worden vastgesteld. In dit rapport wordt een programma van eisen voor dit onderzoek beschreven. Dit programma van eisen is opgesteld op basis van o.a. een aantal rapporten die in het kader van dit beleidstraject zijn opgesteld en gesprekken met betrokken onderzoekers en afgevaardigden van belangenorganisaties.

Programma van eisen voor toetsend onderzoek

Voor het vaststellen van de stand still zones is een driedelig onderzoek naar de bron-pad-effect relatie noodzakelijk. Dit onderzoek bestaat uit de volgende onderdelen:

- 1) Ontwikkelen van een reeks worst case scenario's die recht doen aan de verscheidenheid aan hydrologische vereisten van habitattypen (grondwaterstanden, kwel, afvoer) en de ruimtelijke variatie daarin. Concreet gaat het om de volgende acties:
 - a) Vaststellen van de referentiesituatie van de scenario's, c.q. beslissen of de bestaande situatie of de gewenste situatie als referentie wordt genomen. Deze referentiesituaties wijken verder van elkaar af naarmate er meer niet-vergunde beregeningsinstallaties worden geëxploiteerd. Indien niet-vergunde onttrekkingen worden gedoogd of gelegaliseerd is een grotere omvang van de stand still zones noodzakelijk.
Hierbij dient bedacht te worden dat in het kader van de Nbwet wordt gekeken naar de gevolgen van beleidswijzigingen (en cumulatie) ten opzichte van de huidige situatie. Niet-vergunde onttrekkingen maken dus onderdeel uit van de referentiesituatie. Dat geldt ook niet-gebruikte vergunde rechten. Als de gewenste situatie als referentie wordt genomen impliceert dit dat alle illegale situaties worden aangepakt, anders klopt de referentie niet.
 - b) Uitvoeren van sociaal- en bedrijfseconomische onderzoeken voor het maken van worst case prognoses van de ontwikkeling van de beregeningsvraag uit grondwater in relatie tot de voorgenomen beleidswijzigingen en autonome ontwikkelingen;
 - c) Ruimtelijk karakteriseren van de agrarische onttrekkingen in termen van volumes, tijdstip, duur, diepte en ruimtelijke spreiding van onttrekkingen. Verschillende combinaties van deze eigenschappen grijpen op een andere manier in op het hydrologische systeem zodat hét worst case scenario niet *a priori* is vast te stellen.
- 2) Uitvoeren van hydrologische berekeningen voor het begroten van de effecten van de reeks worst case scenario's op grondwaterstanden, kwelfluxen en afvoeren (zie punt 3). Om recht te doen aan de ruimtelijke en temporele geohydrologische variatie binnen de Provincie Noord Brabant dienen deze berekeningen uitgevoerd te worden met één of meerdere, tijdsafhankelijke, 2D of 3D grondwatermodellen. Deze grondwatermodellen dienen minimaal aan de volgende eisen te voldoen:

- a) Een geohydrologische schematisatie (ruimtelijke verbreiding van watervoerende en weerstandlagen) en parametrisatie ($kD1$, $c1$, $kD2$) die recht doet aan de ruimtelijke variatie die Brabant rijk is en die geverifieerd is aan lokale studies ter plaatse van de N2000-gebieden en daar omheen;
 - b) Ruimtelijk gedifferentieerde bergingscoëfficiënten die afhankelijk zijn van het bodemtype en, in natte gebieden, van de grondwaterstand;
 - c) Schematisatie van het oppervlaktewatersysteem als een dynamisch proces, waarbij waterstanden en weerstanden representatief zijn voor de periode van berekening en eventueel droogval;
 - d) Verificatie van de modeluitkomsten op basis van eenvoudige rekensommen (analytische modellen) en beschikbare meetreeksen van grondwaterstanden en afvoeren.
- 3) Beoordeling van de significantie van de berekende hydrologische effecten met betrekking tot de instandhoudings- of uitbreidingsdoelstellingen die voor de N2000-gebieden zijn vastgesteld. Deze beoordeling houdt de volgende acties in:
- a) Beoordelen van de huidige leefomgevingskwaliteit in relatie tot de geprojecteerde habitattypen en de N2000-doelstellingen, door toetsing van habitatindicatoren aan de ecologische vereisten op basis van lokale studies. Gezien het tijdelijk karakter van de effecten en de variatie aan habitattypen in Brabant kunnen de ecologische vereisten betrekking hebben op vocht (grondwaterstanden), voedselrijkdom (productiviteit) en zuurgraad.
 - b) Indien thans niet aan alle ecologische vereisten wordt voldaan kan niet worden uitgesloten dat significante effecten optreden. Dat betekent dat onttrekking alleen mogelijk is indien alsnog kan worden uitgesloten (bijv. in nader onderzoek) dat de effecten mogelijk significant zijn. In dit geval dienen de stand still zones voldoende gedimensioneerd te worden om dalingen van de grondwaterstand, kwelflux of afvoer als gevolg van het doorgerekende scenario uit te kunnen sluiten;
 - c) Indien thans wel aan alle ecologische vereisten wordt voldaan is de significantie van hydrologische effecten afhankelijk van de gevoeligheid van de leefomgevingskwaliteit voor hydrologische veranderingen. De gevoeligheid van de ecologische vereiste "vocht" dient dan bepaald te worden uit vergelijking van de huidige en optimale grondwaterstanddynamica (GVG en in enkele gevallen ook GLG) en de bodemchemische eigenschappen (ionen ratio's). Nader onderzoek dient dus uit te wijzen hoe groot het cut off criterium mag zijn.

Advies voor implementatie

Om recht te doen aan de grote variatie aan geohydrologische omstandigheden op regionale en lokale schaal, en aan de omvangrijke documentatie van gebiedskennis die verspreid beschikbaar is, is een gebiedsgedifferentieerde aanpak voor het berekenen van hydrologische effecten noodzakelijk. Om te voorkomen dat dit traject een ongewenst grote inspanning en doorlooptijd vereist is het raadzaam om het beleid gefaseerd in te voeren en het noodzakelijke onderzoek daarop aan te passen. Hierbij worden grove, geen-spijt stand still zones tijdens de eerste fase ingesteld en worden deze zones op basis van praktijkervaring (monitoring) steeds verder verfijnd tijdens de tweede en eventueel volgende fases. Geadviseerd wordt om de noodzakelijke hydrologische berekeningen met eenvoudige modelbenaderingen, analytisch of numeriek, uit te voeren. Dergelijke berekeningen zijn snel uit te voeren en goed verifieerbaar. De uitkomsten van deze berekeningen zijn tevens bruikbaar als verificatie van eventuele modelresultaten ten behoeve van de volgende fase (2d). Waarschijnlijk kan met twee modelconcepten worden volstaan om voldoende recht te doen aan de variatie aan geohydrologische omstandigheden binnen Brabant. Het advies voor

fasering van het onderzoek en implementatie van het beleid is in Tabel 1 (pagina 6) samengevat.

Gezien de stand still status van N2000 gebieden en de grote diversiteit aan ecologische vereisten is het niet mogelijk om een generiek (Brabant breed) cut off criterium voor significantie van hydrologische effecten vast te stellen. Hiervoor is een gebiedsgedifferentieerde aanpak noodzakelijk, ook als dit onderzoek plaats vindt in het kader van een gefaseerde invoering van het beleid. Aangezien de documentatie en kennis over N2000-gebieden omvangrijk is, kunnen deze criteria voor de Brabantse N2000-gebieden met beperkte inspanning vastgesteld worden.

De auteurs adviseren om bovengenoemd onderzoek uit te voeren onder onafhankelijke begeleiding van een of twee experts met ruime ervaring op het gebied van hydrologische effect beschrijvingen en ecologische effect beoordelingen. Daarnaast is het ten behoeve van draagvlak en de ontsluiting van lokale kennis, literatuur en databestanden noodzakelijk om afgevaardigden van belangenorganisaties (in ieder geval ZLTO, Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer) bij het onderzoek te betrekken.

Aanbevelingen met betrekking tot het voorgenomen beleid

Gezien de geologische opbouw van west Brabant is het waarschijnlijk dat beregeningswater vooral onttrokken wordt uit het eerste watervoerende pakket, onder de kleiafzettingen van Waalre en Strampoy. Door het hoge doorlaatvermogen van dit pakket en de hoge hydraulische weerstand van de klei zijn de verlagingskegels hier zeer plat. Het gevolg is dat de intrekgebieden van individuele onttrekkingen omvangrijk zijn en elkaar veelvuldig overlappen. Hierdoor worden effecten van wijzigingen in het grondwatergebruik op N2000-waarden vooral bepaald door de totale omvang van de onttrekkingen en veel minder door de ruimtelijke spreiding van de onttrekkingen. De verwachting is daarom dat stand still zones hier nauwelijks effectief zijn om grondwaterstandverlagingen te dempen. Het instellen van een nader te bepalen onttrekkingsplafond, al dan niet gerelateerd aan de omvang van de grondwatervoorraad, is waarschijnlijk een effectievere maatregel. Stand still zones zijn mogelijk wel effectief indien grondwater wordt onttrokken uit het freatische pakket en de effectiviteit neemt dan verder toe naarmate de weerstand van scheidende lagen groter is.

Het voorgenomen beleid voorziet in een flexibilisering van grondwateronttrekkingen ten behoeve van beregening onder de voorwaarde dat een of meerdere waterconserveringsmaatregelen worden getroffen. Indien op de juiste wijze en op grote schaal uitgevoerd kunnen dergelijke maatregelen effectief bijdragen aan het verhogen van de drainagebasis en daarmee aan het vernatten van natuurgebieden. Toch kunnen deze maatregelen niet *a priori* als compensatiemaatregel voor grondwateronttrekkingen ten behoeve van beregening worden aangemerkt, omdat dit beleidsonderdeel daarvoor te vrijblijvend is geformuleerd. Indien deze maatregelen wel als compensatiemaatregel bedoeld zijn is het noodzakelijk om striktere eisen aan de maatregelen voor te schrijven en dat de waterbeheerders op regionale schaal de regie voeren.

Ten slotte wordt geadviseerd dat de verantwoordelijk overheden hun handelingen en beleidsontwikkelingen met betrekking tot voorraadbeheer en de Programmatische Aanpak Stikstof met elkaar afstemmen. Dit is nodig om stapeling van individuele effecten op Natura 2000 gebieden te voorkomen.

Tabel 1: Advies voor fasering van het onderzoek voor het vaststellen van stand still zones rond N2000-gebieden.

Fase	Doel	Activiteiten	Resultaat	Actie van bevoegd gezag
0	Bijeenbrengen van noodzakelijke informatie.	1. Inventariseren van relevante gegevens en literatuurbronnen van alle N2000-gebieden, inclusief de randzones; 2. Veldbezoek indien nodig.	1. Selectie van N2000-gebieden voor fase 1 op basis van geohydrologische opbouw en gevoeligheid voor hydrologische veranderingen; 2. Conceptueel model voor analytische berekeningen.	Beslissen over de bemensing van fase 1.
1	Vaststellen van de omvang van geen-spijt zones voor 3-5 onderling sterk verschillende N2000-gebieden.	Uitvoeren van conceptuele hydrologische berekeningen die recht doen aan de kenmerken van de essentiële processen, zoals tijdsafhankelijkheid, freatische berging en oppervlaktewater-grondwaterinteracties.	Omvang van geen-spijt zones voor diverse onttrekkingsscenario's in relatie tot acceptabele ecologische effecten.	1. Beslissen over de nut en noodzaak voor het doorrekenen van de resterende N2000-gebieden (fase 2); 2. Borgen van consensus tussen belanghebbenden.
2	1. Vaststellen van de omvang van geen-spijt zones voor de resterende N2000-gebieden, indien daar op basis van fase 1 aanleiding toe is; 2. Vaststellen van de contouren van de zones in het veld en op de topografische kaart.	idem fase 1.	Idem fase 1.	1. Beslissen tot invoeren van nieuw beleid; 2. Borgen van consensus tussen belanghebbenden.
3	Definitie en totstandkoming van monitoringsprogramma, inclusief het vaststellen van de actiewaarden.		Vastlegging, rapportage en evaluatie van de meetresultaten.	Vaststellen van richtlijnen, verantwoordelijkheden en mandaat tot beleidswijziging.
4	Evaluatie van het nieuwe beleid.		1. Bijstellen zonering; 2. Vaststellen aanvullende maatregelen.	

Inhoud

Samenvatting	1
Inhoud	4
1 Inleiding	7
1.1 Aanleiding	7
1.2 Doelstelling	7
1.3 Vragen	8
1.4 Leeswijzer	8
2 Programma van eisen voor toetsend onderzoek	10
2.1 Algemeen: bron-pad-effect-benadering	10
2.2 Bron: agrarische onttrekkingen	11
2.3 Pad: hydrologische systeem beschrijving	11
2.3.1 Algemeen	11
2.3.2 Geologische opbouw en bodemconstanten	12
2.3.3 Freatische bergingscoëfficiënt	12
2.3.4 Voeding van het grondwatersysteem	14
2.4 Effect: ecologische gevolgen	17
2.4.1 Overzicht: gevoeligheid van habitattypen voor verdroging	17
2.4.2 Toenemende droogval	18
2.4.3 Afname van beekafvoeren	18
2.4.4 Dalende grondwaterstand	19
2.4.6 Vermesting door dalende grondwaterstand	19
2.4.7 Vermesting door afname kwel	19
2.4.8 Vermesting door verhoogde aanvoer gebiedsvreemd water	20
2.4.9 Verzuring door afname kwel en verhoogde regenwaterinfiltratie	20
2.4.10 Verzuring door daling van de grondwaterstand	21
3 Advies voor een verantwoorde effectuering van het voorgenomen beregeningsbeleid	22
3.1 Heroverweging van enkele bepalingen in het voorgestelde beleid	22
3.2 Voorstel voor een gefaseerde invoering	23
3.3 Onderzoekopzet, kwaliteitsborging en draagvlak	23
3.4 Cumulatie	24
4 Beantwoorden van de adviesvragen	25
Bijlage I: Toelichting op enkele ecohydrologische relaties	31

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De waterschappen in Brabant hebben gezamenlijk met ZLTO en terreinbeheerders nieuw beleid voor beregenen uit grondwater uitgewerkt. Het mogelijk negatieve effect van het nieuwe beleid op Natura 2000 gebieden is door middel van een modelstudie door De Wilde en Van der Wal (2012) beoordeeld. Om negatieve effecten te voorkomen zijn op basis van ecohydrologische interpretaties van de modelresultaten extra beschermingszones rond de Natura 2000 gebieden bepaald. Binnen deze zones blijft het huidige beleid van kracht. Het doel van deze “stand still zones” is om hydrologische effecten als gevolg van wijzigingen in het grondwatergebruik voldoende te dempen om significant negatieve effecten op de N2000-waarden te voorkomen. De werkwijze en resultaten zijn vastgelegd in een rapportage van RHDHV (De Wilde en Van der Wal, 2012). De provincie heeft door Deltares een second opinion laten uitvoeren om het rapport inhoudelijk te toetsen op (1) de aannames en uitgangspunten die de grondslag van de geprojecteerde contouren van de stand still zones vormen en (2) om na te gaan of de resultaten eventueel ook kunnen worden benut voor Nb-wet procedures. Uit de second opinion blijkt dat een betere onderbouwing van de projectie van de stand still zones nodig is voordat het beleid verantwoord geëffectueerd kan worden (Stuurman et al., 2013).

Op hoofdlijnen is de insteek van het conceptbeleid het dereguleren van het beregeningsbeleid, zonder dat dit leidt tot significant nadelige effecten op de instandhoudingsdoelen die vastgesteld zijn voor Natura 2000 gebieden. Het beoogde instrument is een contourenkaart van beschermingszones. Buiten deze zones mag zonder Nb-wet vergunning worden beregend. In deze extra beschermingszones blijft het huidige beregeningsbeleid van kracht. Daarom worden deze zones in dit rapport aangeduid met de term “stand still zones”. Buiten deze zones krijgen agrariërs meer vrijheden om grondwater te benutten voor de watervoorziening van gewassen. Een overzicht van de voorgenomen wijzigingen in het beregeningsbeleid staat in Tabel 2 (pagina 8) weergegeven.

1.2 Doelstelling

Gezien de stand still status die voor N2000 gebieden geldt, en die juridisch kan voortvloeien uit de eisen die de Natuurbeschermingswet stelt, is toetsend onderzoek naar de effecten van wijzigingen in het grondwatergebruik als gevolg van de voorgenomen beleidswijziging op de instandhoudings- en uitbreidingsdoelstellingen noodzakelijk. Dit toetsend onderzoek heeft in eerste instantie betrekking op de contouren van de stand still zones rond de N2000 gebieden waar het huidige beleid van kracht blijft. Het doel van dit rapport is om een beargumenteerd en gedragen programma van eisen voor dit onderzoek aan te leveren. Dit programma van eisen is opgesteld op basis van (1) diverse rapportages die in het kader van dit beleidstraject zijn geschreven en (2) gesprekken met de auteurs van RHDHV en Deltares en met afgevaardigden van belangengroepen (ZLTO, Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer).

1.3 Vragen

Door de waterbeheerders zijn de volgende vragen gesteld:

- Zijn aanvullende modelberekeningen noodzakelijk en zo ja, welke om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen over de hydrologische effecten van het nieuwe beleid op Natura-2000 gebieden?
- Hoe dienen de hydrologische effecten (kweldruk, grondwaterstanden en afvoer van beken) vertaald te worden naar ecologische effecten?
- Dient het worst case onttrekkingsscenario aangepast te worden? Zo ja, op welke wijze?
- De uitgevoerde voortoets richt zich uitsluitend op de mogelijk negatieve effecten van het nieuwe beregeningsbeleid. Op welke wijze kunnen ook de positieve effecten van het nieuwe beleid op Natura 2000 gebieden (waterconservering op perceelsniveau en GGOR) in beeld worden gebracht?
- Hoe dragen monitoring en de overige waarborgen die zijn opgenomen in het nieuwe beregeningsbeleid (onttrekkingsverbod, maximum pompcapaciteit en maximum aantal putten per hectare) bij aan het voorkomen van negatieve effecten op Natura-2000 gebieden?

1.4 Leeswijzer

In dit rapport wordt een programma van eisen uiteengezet voor achtereenvolgens (1) het uitvoeren van toetsend onderzoek voor het vaststellen van de stand still zones rond natuurgebieden en (2) de begeleiding van het onderzoek en de implementatie van het nieuwe beleid.

Het programma van eisen voor het toetsend onderzoek bestaat uit de hoofdstukken 2, 3 en 4. In hoofdstuk 2 worden de vereisten met betrekking tot de karakterisering van de agrarische onttrekkingen uiteengezet. In hoofdstuk 3 worden de vereisten met betrekking tot de karakterisering van het geohydrologische systeem uiteengezet. In hoofdstuk 4 worden de vereisten met betrekking tot de ecologische effect beoordeling in relatie tot de Natuurbeschermingswet beschreven.

Het programma van eisen met betrekking tot de begeleiding van het toetsend onderzoek en de implementatie van het beleid bestaat uit de hoofdstukken 5 en 6. In hoofdstuk 5 worden de vereisten met betrekking tot de begeleiding van het onderzoek behandeld. In hoofdstuk 6 worden de vereisten met betrekking tot de implementatie van het nieuwe beleid behandeld. Ten slotte worden in hoofdstuk 7 de adviesvragen beantwoord.

Tabel 2: Overzicht van de voorgenomen wijzigingen van het beleid voor beregenen uit grondwater

	Huidig beleid	Nieuw beleid	
		Binnen EHS en attentiezones	Buiten EHS en attentiezones
Wijze van regulering	Beregening alleen mogelijk met vergunning. Nieuwe vergunningen worden niet verstrekt.*	Ongewijzigd.	Beregening zoveel mogelijk onder algemene regels waarbij maximum is gesteld aan de pompcapaciteit (70 m ³ /uur voor grasland en 100 m ³ /uur voor akkerbouw) en maximaal aantal putten per oppervlak en pakket waaruit mag worden onttrokken. Indien men wenst af te wijken van de algemene regels dient men een vergunning aan te vragen waarbij wordt getoetst of de vergunning kan worden verleend.
Handhaving	Beperkt mogelijk als gevolg van onvolledige vergunningdossiers	Actualiseren vergunningen waardoor handhaafbaarheid verbetert.	Controle op uitvoering waterconserverende/waterbesparende maatregelen in combinatie met volgen grondwaterstanden.
Monitoring en evaluatie	In kader van verdrogingsbestrijding.	In kader van verdrogingsbestrijding waarbij link met overige gebieden wordt gelegd. Wordt ook bij beleidsevaluatie betrokken.	Volgen grondwaterstand op circa 50 locaties. Op basis van gemeten grondwaterstanden wordt al dan niet voorjaarsverbod voor beregenen van grasland afgekondigd. Beleid wordt mede op basis van grondwaterstanden na 2 jaar geëvalueerd.
Aantal putten	Stand still*	Ongewijzigd.	Nieuwe putten mogelijk mits waterconserverende/waterbesparende maatregelen zijn getroffen Met maximum van 1 put/5 hectare.
Verplaatsen putten	Stand still*	Ongewijzigd.	Verplaatsen putten mogelijk mits waterconserverende/waterbesparende maatregelen zijn getroffen.
Grasland	Na 1 juni** en tussen 17.00 en 11.00 uur.	Ongewijzigd	Geen beperkingen mits waterconserverende/waterbesparende maatregelen zijn getroffen.
Overige gewassen	Geen beperkingen.	Ongewijzigd.	Geen beperkingen.
Beperkingen bij droogte	5% regeling. Bij 5% droog jaar komen beperkingen voor beregenen van grasland te vervallen.	Ongewijzigd.	Bij droog voorjaar (25%GVG) geldt een verbod voor het beregenen van grasland tot 1 juni. Treedt circa 1x per 7 jaar op.

*) Alleen mogelijk in bijzonder omstandigheden, bijvoorbeeld bij bedrijfsverplaatsing als gevolg van een overheidsbeslissing.

**) Uitzondering voor het voorjaarsverbod geldt na emissie arme aanwending van mest. Dan mag grasland wel beregend worden in het voorjaar.

2 Programma van eisen voor toetsend onderzoek

2.1 Algemeen: bron-pad-effect-benadering

De begrenzing van de stand still zones rond Natura2000 gebieden dient vastgesteld te worden volgens de bron-pad-effect-benadering. Met deze benadering worden de opeenvolgende schakels van de ketting van oorzakelijke verbanden die kunnen leiden tot verdroging van N2000-gebieden achtereenvolgens en in onderlinge samenhang met elkaar geanalyseerd.

De bron is de eerste schakel in de ketting van oorzakelijke verbanden tussen onttrekkingen en ecologische effecten binnen N2000-gebieden. Het refereert hier aan de omvang, diepte, locaties, duur en periode van agrarische grondwateronttrekkingen buiten de nog vast te stellen stand still zones. Deze term is van sociaaleconomische en bedrijfseconomische aard.

Het pad betreft de stand still zones, ofwel het gebied tussen onttrekkingen en natuurwaarden dat moet functioneren om grondwaterstand- en stijghoogteverlagingen als gevolg van onttrekkingen uit te dempen. De mate van demping wordt bepaald door de fysisch hydrologische eigenschappen van de stand still zone. Deze term is dus van fysische aard.

Het effect refereert aan de ecologische effecten van hydrologische veranderingen op natuurwaarden met een N2000-status. Deze effecten zijn niet uitsluitend van hydrologische aard. Ze omvatten ook chemische veranderingen die door wijzigingen in de hydrologie worden teweeg gebracht en die het leefmilieu van planten en dieren negatief beïnvloeden. Voorbeelden zijn het optreden van verzuring en vermesting als gevolg van een toegenomen regenwaterinfiltratie in kwelafhankelijke natuurgebieden. Afhankelijk van de ecologische vereisten van de aanwezige habitattypen, de huidige kwaliteit van de leefomgeving van planten en dieren en de gevoeligheid van deze leefomgeving voor hydrologische veranderingen zijn hydrologische effecten wel of niet relevant en mogelijk significant.

De vast te stellen stand still zones zullen dusdanig effect moeten hebben dat de veranderingen in grondwaterstand en stijghoogte ten gevolge van veranderingen in het grondwatergebruik terug worden gebracht tot een aanvaardbaar niveau wat grootte en tijdsduur van de verandering betreft. Er wordt in deze benadering uitgegaan van een nivellerende werking van het hydrologische systeem in de zonering. De breedte van de zonering is hierbij de grootte die door berekening moet worden vastgesteld in wisselwerking met wat acceptabel wordt geacht aan effecten ter plaatse van de aanwezige Natura 2000 gebieden.

2.2 Bron: agrarische onttrekkingen

Het concept beregeningsbeleid bevat een aantal aspecten waardoor de uitwerking op het grondwatergebruik onzeker is. Deze aspecten zijn:

- (1) het grotendeels vrijgeven van beregening buiten de stand still zones en het ontbreken van concreet beleid op het gebied van handhaving binnen en buiten de stand still zones. Hierdoor neemt het volume aan grondwateronttrekkingen ten behoeve van beregening mogelijk toe en wijzigen de ruimtelijke spreiding en dieptes (eerste of tweede watervoerende pakket) van onttrekkingsputten;
- (2) het aanmerken van conserveringsmaatregelen ter compensatie van de exploitatie van grondwatervoorraden voor beregening. NB: deze compensatie betreft een beoogde vereffening van effecten en is niet in eerste instantie bedoeld als compensatie in de zin van de Nb-wet. De effectiviteit van conserveringsmaatregelen is sterk afhankelijk van de geohydrologische eigenschappen van een gebied, de schaal en wijze waarop ze genomen en bediend worden). Indien op de juiste wijze en op grote schaal uitgevoerd kunnen dergelijke maatregelen effectief bijdragen aan het verhogen van de drainagebasis en daarmee aan het vernatten van natuurgebieden. Toch kunnen deze maatregelen niet *a priori* als compensatiemaatregel voor grondwateronttrekkingen ten behoeve van beregening worden aangemerkt, omdat dit beleidsonderdeel daarvoor te vrijblijvend is geformuleerd. Indien deze maatregelen wel als compensatiemaatregel bedoeld zijn is het noodzakelijk om striktere eisen aan de maatregelen voor te schrijven en dat de waterbeheerders op regionale schaal de regie voeren.

Ook voor een eerste schatting van de contouren van de stand still zones is het noodzakelijk om voor de ontwikkeling van de beregeningspraktijk worst-case scenario's op te stellen. Deze scenario's dienen betrekking te hebben op de potentiële gevolgen voor de hydrologische processen en toestandsvariabelen die bepalend zijn voor de kwaliteit van de leefomgeving in Natura 2000 gebieden. Aangezien meerdere hydrologische toestandsvariabelen relevant zijn en deze variabelen op een andere wijze samenhangen met de karakteristieken van de onttrekkingen is het nodig om meerdere scenario's op te stellen, mogelijk voor elke toestandsvariabele één. Dit is nodig omdat bijvoorbeeld effecten op grondwaterstanden op een andere wijze samenhangen met de diepte van onttrekkingen dan effecten op kwel en beekafvoer.

Aanbevolen wordt om op basis van sociaaleconomische en bedrijfseconomische onderzoeken prognoses van wijzigingen in het grondwatergebruik op te stellen. Daarbij zijn naast de ontwikkeling van de onttrekkingsvolumes, ook de diepte, tijdsduur en periode van de grondwateronttrekkingen karakteristieken die in de scenario's beschreven moeten worden.

2.3 Pad: hydrologische systeem beschrijving

2.3.1 Algemeen

Zodra het worst-case scenario voor de omvang en geografische eigenschappen van agrarische onttrekkingen bekend is, kunnen hydrologische berekeningen aan de omvang van stand still zones uitgevoerd worden. Het uitgangspunt van deze berekeningen is dat de omvang van deze zones voldoende groot is om grondwater- en stijghoogtedalingen als gevolg van agrarische onttrekkingen zo ver uit te dempen dat de haalbaarheid van N2000-doelstellingen niet in gevaar komt. Daarnaast kunnen vereisten aan de kwel- en

infiltratieflexen van belang zijn. De criteria hiervoor dienen vastgesteld te worden volgens de eisen die in paragraaf 2.4 staan beschreven.

Hydrologische berekeningen aan verlagingscontouren en kwel- en infiltratieflexen kunnen uitgevoerd worden met analytische of numerieke modellen die recht doen aan de regionale en lokale hydrologische gebiedseigenschappen die bepalend zijn voor de voortplanting van grondwaterstand- en stijghoogteverlagingen in de ruimte en tijd. Deze eigenschappen zijn (1) de geologische opbouw en daarmee de geohydrologische bodemconstanten ($kD1$, $S1$, $c1$, $kD2$), en (2) de voeding van het grondwatersysteem tijdens en na de onttrekkingen, ofwel de interactie tussen grond- en oppervlaktewater. De vereisten met betrekking tot de beschrijving van deze eigenschappen worden in de volgende paragrafen uiteengezet.

Bij voorkeur worden de hydrologische berekeningen uitgevoerd met analytische modellen, omdat deze modellen bij uitstek geschikt zijn om de effectiviteit van stand still zones te doorgronden en te koppelen aan de sturende hydrologische mechanismen. Indien gewenst kunnen deze berekeningen ook met bestaande 3D grondwatermodellen worden uitgevoerd, mits deze modellen de sturende hydrologische mechanismen, die hieronder beschreven zijn, adequaat beschrijven. Hiervoor is het noodzakelijk dat het grondwatermodel goed gevalideerd is en dat de uitkomsten vergeleken worden met de uitkomsten van analytische modellen.

2.3.2 Geologische opbouw en bodemconstanten

De regionale en lokale geologische opbouw en de bodemconstanten van afzonderlijke lagen zijn sterk bepalend voor de snelheid waarmee grondwater- en stijghoogte verlagingen als gevolg van grondwateronttrekkingen zich ruimtelijk voorplanten. Hierbij geldt dat de eigenschappen van de diepe ondergrond sterker bepalend worden naarmate de onttrekking dieper is in relatie tot de aanwezige weerstand biedende klei- of lemlagen. Bij diepe onttrekkingen, onder een kleilaag, wordt ondiep grondwater uit een groter gebied gewonnen, doordat de toestroming van water naar het gepompte pakket geremd wordt door de lage waterdoorlatendheid van klei. Het gevolg is dat grondwaterstanddalingen worden afgevlakt, maar wel over een groter gebied plaats vinden. Hierdoor overlappen de invloedgebieden van niet-freatische grondwaterwinningen ten behoeve van beregening elkaar veelvuldig. Op zichzelf zeer kleine, ogenschijnlijk irrelevante effecten van individuele winningen kunnen door stapeling uitgroeien tot relevante grondwaterstandverlagingen. Merk op dat kwelfluxen en infiltratieflexen ook zonder stapeling van individuele effecten al zeer gevoelig zijn voor diepere onttrekkingen. Een verlaging van de diepere stijghoogte kan resulteren in een afname van kwel en een toename van regenwaterinfiltratie, met mogelijk ongewenste effecten op N2000-doelstellingen tot gevolg.

Voor een goede beschrijving van de ruimtelijke daling van de grondwaterstand als gevolg van tijdelijke onttrekkingen is een gedegen karakterisatie van de geologische opbouw cruciaal. Deze karakterisatie dient minimaal betrekking te hebben op het doorlaatvermogen en de bergingscoëfficiënt (zie 2.3.3) van het bovenste, freatische watervoerende pakket, het doorlaatvermogen van het gepompte pakket (zijn bij freatische winningen hetzelfde) en de weerstand van slecht waterdoorlatende lagen tussen de watervoerende lagen.

2.3.3 Freatische bergingscoëfficiënt

De freatische bergingscoëfficiënt is gedefinieerd als de hoeveelheid water die vrijkomt per meter daling van de grondwaterstand, of de hoeveelheid water die in de bodemporiën opgeslagen wordt bij een meter stijging van de grondwaterstand. De freatische bergingscoëfficiënt is bepalend voor het bodemvolume dat bij een bepaalde omvang van een onttrekking droog valt en is daarmee sterk bepalend voor de ruimtelijke voortplanting van

verlagingen. De omvang van stand still zones zal dus toe moeten nemen naarmate de freatische bergingscoëfficiënt kleiner is. De onttrekkingen maken dan immers aanspraak op het grondwater uit een groter bodemvolume.

De freatische bergingscoëfficiënt is een toestandsvariabele van het grondwatersysteem die sterk, maar niet exclusief, afhankelijk is van het bodemtype. De freatische bergingscoëfficiënt is namelijk afhankelijk van de diepte van de grondwaterstand (zie Tabel 3) en hij kan anders zijn voor stijgende en dalende grondwaterstanden. Zo is bij een dalende grondwaterstand een variatie van een factor 3 tot 4 mogelijk. Vooral in stand still zones die rond natte natuurgebieden geprojecteerd worden kan de freatische bergingscoëfficiënt sterk verlaagd worden ten opzichte van de referentiewaarde bij diepe grondwaterstanden. Merk op dat bij volledig grondwater verzadigde omstandigheden de freatische bergingscoëfficiënt 1 bedraagt, aangezien dan berging op het maaiveld plaats kan vinden. Indien inundatie op grote schaal optreedt, is een hogere bergingscoëfficiënt te verantwoorden.

Nadat de periode met berekening is geëindigd zal de grondwaterstand zich onder invloed van grondwateraanvulling en laterale of verticale toestroming van grondwater herstellen. Ook de snelheid waarmee dit herstel plaatsvindt, wordt sterk bepaald door de freatische bergingscoëfficiënt. Bij ondiepe grondwaterstanden is het aannemelijk dat de bergingscoëfficiënt tijdens onttrekkingen onder invloed van lokale verdamping toeneemt. Door verdamping van water door planten is een groter deel van het porievolume niet meer gevuld met water. Hierdoor is er meer water nodig om een bepaalde grondwaterstandstijging tot stand te brengen dan voor een grondwaterstanddaling. Hierdoor is de herstelperiode voor de grondwaterstand relatief lang in vergelijking tot de daling.

Voor het vaststellen van de freatische bergingscoëfficiënt dienen bovenstaande afhankelijkheden in ogenschouw genomen te worden. Een gedegen onderzoek naar de freatische berging (veldonderzoek, literatuur) is noodzakelijk in de gebieden waar onttrekkingskegels zich tot in de stand still zone kunnen ontwikkelen.

Tabel 3: Omvang van de freatische bergingscoëfficiënt in relatie tot de grondsoort en tot de diepte van de grondwaterstand (P. de Louw, Deltares, 2013).

Bodemtype	Grondwaterstand (cm - maaiveld)						
	10-50	50-60	60-80	80-100	100-120	120-150	> 150
Veen, moerige grond	0.03	0.04	0.05	0.07	0.09	0.1	0.13
Grind	0.12	0.13	0.16	0.18	0.19	0.21	0.22
Grof zand	0.12	0.13	0.16	0.18	0.19	0.21	0.22
Leemarm/zwaklemig fijn zand	0.04	0.05	0.08	0.1	0.12	0.14	0.17
Lemig fijn zand	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.11
Lemig zand	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.11
Lichte zandleem (België)	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.11
Leem	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Klei	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05
Kalksteen	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Grof zand, oud bouwland	0.12	0.13	0.16	0.18	0.19	0.21	0.22
Leemarm, fijn zand, oud bouwland	0.04	0.05	0.08	0.10	0.12	0.14	0.17
Lemig fijn zand, oud bouwland	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.11

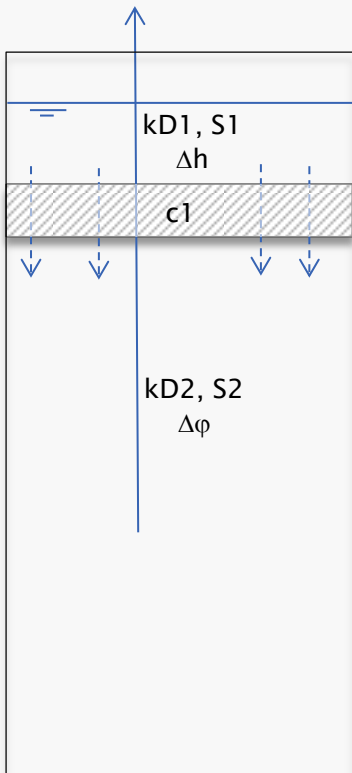
2.3.4 Voeding van het grondwatersysteem

Het maximale effect van grondwateronttrekkingen buiten de stand still zones wordt mede bepaald door de snelheid waarmee extra grondwateraanvulling optreedt om het onttrokken volume te compenseren. Deze extra grondwateraanvulling kan voortkomen uit een toename van oppervlaktewaterinfiltratie of een toename van de grondwateraanvulling uit het neerslagoverschot doordat oppervlaktewater elementen minder lang draineren. Hierdoor hoeft het beregeningsvolume niet geheel ten koste te gaan van de grondwatervoorraad. De aanwezigheid van oppervlaktewater binnen een stand still zone kan hierdoor dempend werken op de ruimtelijke voortplanting van grondwaterstanddalingen als gevolg van onttrekkingen. De mate waarin deze demping optreedt is afhankelijk van:

- 1) De weerstand tegen oppervlaktewaterinfiltratie. Deze weerstand is afhankelijk van de doorlatendheid van de waterbodem, de slootdichtheid en diepte van de oppervlaktewaterelementen. Een worst-case benadering correspondeert met een hoge weerstand tegen infiltratie;
- 2) De duur van watervoerendheid, ofwel de snelheid waarmee oppervlaktewater wordt aangevoerd in verhouding tot de snelheid waarmee oppervlaktewater infiltreert. Een worst-case benadering correspondeert met de minimale duur van watervoerendheid tijdens een droge periode;
- 3) Het verloop van de oppervlaktewaterstand gedurende de periode van beregening. Aangezien beregening veelal plaatsvindt gedurende perioden met een hoge verdamping, dus in de loop van het voorjaar en zomer, zal het oppervlaktewater op een relatief laag peil staan. Een worst-case benadering correspondeert hier met een laag peil aan het begin van de periode van beregening.
- 4) De ligging van infiltrerende oppervlaktewaterelementen ten opzichte van de vorm van de afpompkegel. Compensatie door infiltratie vereist immers een stijghoogte gradiënt die wordt veroorzaakt door de onttrekking. Een worst-case benadering correspondeert met een grote afstand tussen watervoerende waterlopen en de onttrekking.

Op basis van het bovenstaande dienen relevante gegevens te worden verzameld door middel van literatuuronderzoek, veldonderzoek en simultaan het uitvoeren van oriënterende berekeningen. In deze berekeningen is de breedte van de zonering de te bepalen grootte. In eerste aanleg kunnen verticale doorsnedes worden doorgerekend (stationair en instationair) teneinde gevoel te krijgen voor de orde van grootte van de breedte van de zonering afhankelijk van de succesfactoren en de opbouw van het diepe hydrologische systeem. Waarschijnlijk kan met twee modelconcepten worden volstaan om voldoende recht te doen aan de variatie aan geohydrologische omstandigheden binnen Brabant. Deze twee modelconcepten, inclusief de achterliggende motivatie, zijn in box 1 en box 2 weergegeven.

Box 1: Conceptueel model en analytische verlagingsmodel voor West Brabant



Geohydrologische schematisatie:

- Dun freatisch pakket met een laag doorlaatvermogen ($kD1$) en relatief hoge freatische bergingscoëfficiënt ($S1$);
- Hoge weerstand van een ondiepe kleilaag ($c1$, Waalre/Strampoy);
- Dik tweede watervoerende pakket met hoog doorlaatvermogen ($kD2$) en relatief lage (elastische) bergingscoëfficiënt ($S2$).

Geohydrologische bodemconstanten:

- $kD1 \ll kD2$
- $S2 \ll S1$

Vereenvoudiging:

Gelijkmatige daling van grondwaterstijghoogte door hoge $kD2$, hoge $c1$ en kleine onderlinge afstand van putten in verhouding tot het vanggebied.

Analytisch verlagingsmodel:

$$\Delta h = h_0 - h_t$$

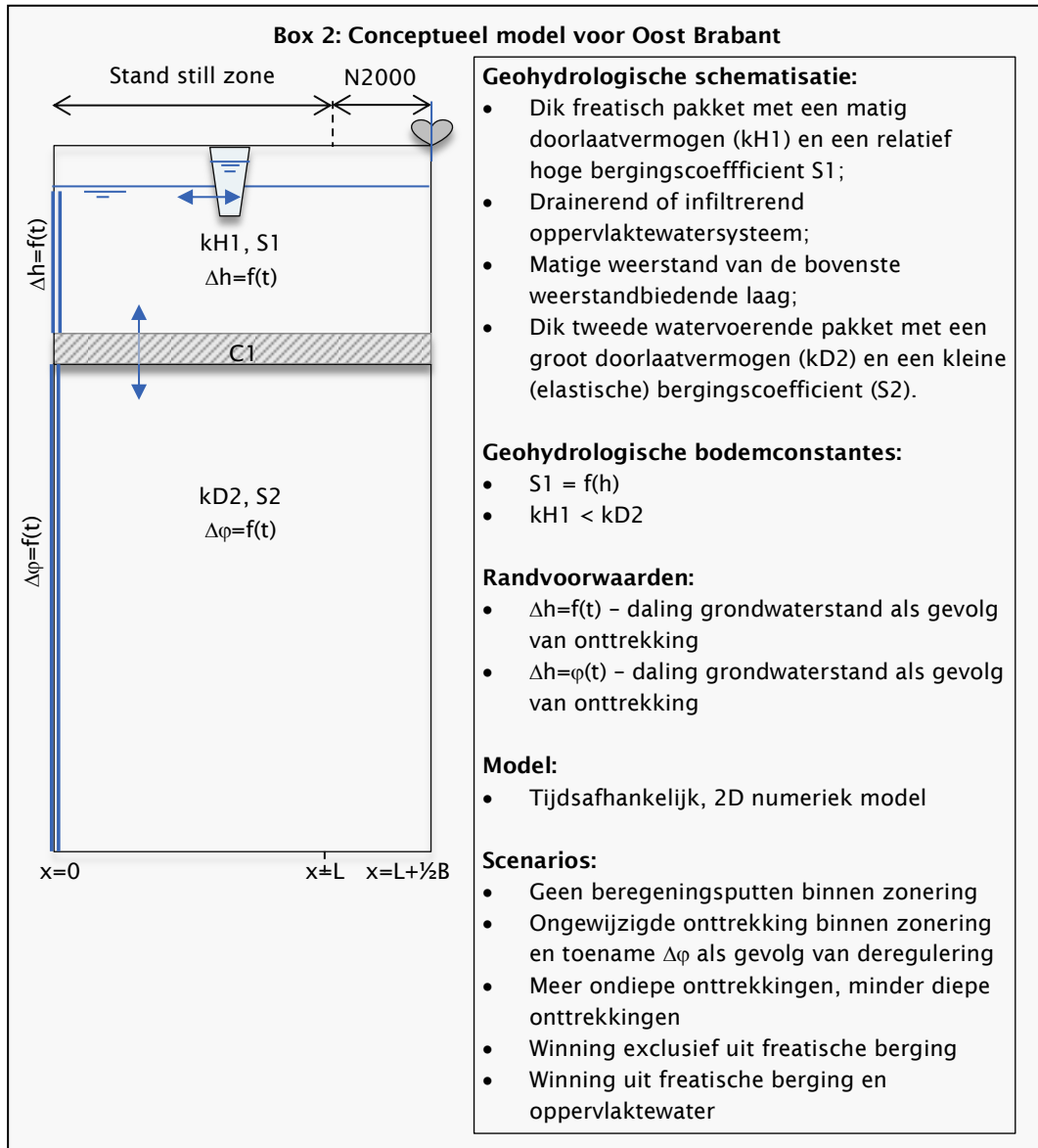
$$\Delta h = \Delta \varphi (1 - e^{-t/S1c1})$$

waarin

h_0 = grondwaterstand bij aanvang van onttrekking (m NAP)

h_t = grondwaterstand na t dagen onttrekking (m NAP)

$\Delta \varphi$ = daling van de grondwaterstijghoogte als gevolg van beregening (m)



2.4 Effect: ecologische gevolgen

2.4.1 Overzicht: gevoeligheid van habitattypen voor verdroging

Er zijn momenteel 145 gebieden in Nederland aangewezen als Natura 2000 gebied. Dit moeten er uiteindelijk 160 worden. De bescherming van de kwaliteit van water is geborgd door de Kaderrichtlijn Water (KRW) en is vastgelegd in het rijksoverheidspamflet Natura 2000 en Water. Er zijn 3 typen Natura 2000 gebieden waarvan de waterkwaliteit moet worden aangepakt:

1. Natura 2000 gebieden die gelden als TOP-gebied verdroging. In 2013 moeten daar maatregelen tegen verdroging worden genomen;
2. Natura 2000 gebieden waarin de waterkwaliteit snel moet worden aangepakt, deze zogenaamde "sense of urgency" gebieden moeten uiterlijk voor 2016 op orde zijn;
3. Overige Natura 2000 gebieden waar waterkwaliteit een rol speelt.

Het Planbureau voor de Leefomgeving heeft in 2006 een rapport uitgebracht over de ernst van verdroging in Nederlandse Natura 2000 gebieden. In 2004 bedroeg het areaal verdroogde natuur binnen de Natura 2000 gebieden ca. 240,000 ha. Een gebied wordt als verdroogd aangemerkt als aan dat gebied een natuurfunctie is toegekend én als de grondwaterstand onvoldoende hoog of de aanvoer van kwel onvoldoende groot is om bescherming van de karakteristieke ecologische waarden te garanderen. Een aspect dat ook onder deze definitie van verdroging valt, is een verhoogde invloed van gebiedsvreemd oppervlaktewater op de leefomgeving van planten en dieren. Gebiedsvreemd water wordt vaak ter compensatie van verlaging van de grondwaterstand aangevoerd, en kan dan direct of indirect (na infiltratie) het leefmilieu van planten en dieren beïnvloeden. Ook door inlaat van water met een andere kwaliteit dan het gebiedseigen water kunnen kenmerkende soorten verdwijnen (zie paragraaf 2.4.8).

Veel habitattypen zijn meer of minder afhankelijk van grondwatervoeding of van ondiepe grondwaterstanden gedurende het zomerseizoen. In het rapport van het Natuurplanbureau (2004) worden de volgende habitattypen genoemd als potentieel gevoelig voor verdroging:

- a. Deels door grondwater gevoede meren en plassen;
- b. Meren met krabbescheer en fonteinkruiden;
- c. Riet- en galigaanmoerassen;
- d. Laagveenmoerassen en natte (broek)bossen in beek-en rivierdalen;
- e. Beken, sloten, kanalen en rivieren;
- f. Vochtige, deels grondwatergevoede vochtige bossen in duinvalleien en op klei;
- g. Vochtige schraallanden, waaronder heischrale graslanden;
- h. Natte schraallanden, meest blauwgraslanden en natte soortenrijke duinvalleien en grijze duinen;
- i. Laagvenen, veenweiden en laagveenplassen;
- j. Hoogvenen.

De kwaliteit van het leefmilieu voor planten en dieren kan samenhangen met tal van hydrologische processen en toestandsvariabelen. Voor het beoordelen van de ecologische effecten van beregening uit grondwater in Brabant zijn de volgende processen en -variabelen relevant:

1. Toenemende droogval
2. Afname van beekafvoeren
3. Dalende voorjaarsgrondwaterstand
4. Dalende zomergrondwaterstand
5. Vermesting door dalende grondwaterstand

6. Vermesting door afname kwel
7. Vermesting door verhoogde aanvoer van gebiedsvreemd water
8. Verzuring door dalende grondwaterstand
9. Verzuring door afname kwel

In de volgende paragrafen wordt de relevantie van bovenstaande processen voor de herziening van het Brabants beregeningsbeleid op hoofdlijnen beschreven en wordt aangegeven hoe de significantie van hydrologische effecten kan worden getoetst. In Tabel 4 staat een overzicht van wetenschappelijk vastgestelde criteria voor het beoordelen van de effecten van tijdelijke hydrologische wijzigingen op de kwaliteit van de leefomgeving van planten en dieren binnen een aantal natuurypten.

Tabel 4: Eenvoudig te bepalen bodem- en waterkenmerken die aangeven of er bij tijdelijke verdroging of vermindering van kwel risico is op bodemverzuring, alkalinisatie (waterverharding) of eutrofiëring (vermesting). Naar Lucassen (2004) en Geurts et al. (2008).

	Potentieel risico	Eutrofiëring	Verzuring	Alkalinisatie
Risico wordt bepaald door	Fe:PO ₄ (bodenvocht)	S:(Ca+Mg) Totaal in bodem	Alkaliniteit Waterfase (mmol HCO ₃ ⁻ /l)	
Natuurtype				
Grondwater gevoede meren en plassen	>10 geen risico < 5 wel risico	Geen risico	Geen risico	Geen risico
Zwak gebufferde vennen	>10 geen risico < 5 wel risico	>0.7 wel risico	>0.2 wel risico	
Zwak gebufferde beken en rivieren	Geen risico	Geen risico	>0.5 wel risico	
Laagveenmoerassen, broekbossen	>10 geen risico < 5 wel risico	>0.7 wel risico	Geen risico	
Vochtige en natte schraallanden	>10 geen risico < 5 wel risico	>0.7 wel risico	Geen risico	

2.4.2 Toenemende droogval

Voor alle permanente wateren geldt dat tijdelijke droogval funest is voor de faunagemeenschappen zoals vissen en macrofauna. Deze gemeenschappen verdwijnen onmiddellijk bij droogval en als droogval regelmatig optreedt, krijgen deze gemeenschappen niet meer de kans om zich te herstellen. Veranderingen in het grondwatergebruik als gevolg van wijziging van het beregeningsbeleid mogen daarom de frequentie en duur van droogval van permanente wateren met een N2000-status niet vergroten.

Amfibieën zijn voor hun voortplanting vaak afhankelijk van tijdelijke ondiepe laagten, greppels en vennetjes. Een tijdelijke grondwaterverlaging in het voorjaar of voorzomer belemmert de voortplanting van vele soorten amfibieën indien hierdoor droogval eerder in het zomerseizoen optreedt. Wijzigingen in het beregeningsbeleid mogen in dit geval ook niet leiden tot een vervroeging van de droogval van waterlopen binnen N2000-gebieden.

2.4.3 Afname van beekafvoeren

Een afname van beekafvoeren kan direct en indirect (door een toename van de retentietijd) leiden tot meer afzetting van organische stof op de bodems van beken (zie bijlage I). Hierdoor nemen de afbraak van organische stof en het zuurstofverbruik toe, met een verminderde beschikbaarheid van zuurstof in en vlak boven de waterbodem tot gevolg. Door de verslechterde zuurstofhuishouding maken vissen die gebonden zijn aan zuurstofrijk water, zoals baars, voorn en snoek, vaak plaats voor vissen die toleranter zijn voor een tijdelijke verlaging van het zuurstofgehalte, zoals brasem en karper (verbraseming). Deze verregaande verandering van visgemeenschappen leidt vrijwel altijd tot extra eutrofiëring en

vertroebeling van het water, waarbij waterplanten verdwijnen. Ook macrofauna die gebonden is aan zuurstofrijke condities, zoals vlokreeften en larven van beekjuffers kunnen verdwijnen terwijl muggenlarven, slijkvliegen en eendagsvliegen profiteren van stagnerend, ondiep water.

Veel zwak gebufferde oppervlaktewateren zijn bovendien gevoelig voor alkalinisatie door een verminderde doorstroming. Hierdoor zijn de Drijvende waterweegbree en andere kenmerkende zachtwatersoorten op grote schaal uit Brabant verdwenen (zie Bijlage I). Wijzigingen in het grondwatergebruik als gevolg van een wijziging van het beregeningsbeleid mogen daarom geen negatieve gevolgen hebben op de doorstroming van oppervlaktewater-elementen binnen N2000 gebieden indien daar kritische habitattypen aan gebonden zijn.

In ondiepe wateren kan door waterstands-daling de dunne waterlaag sterk opgewarmd worden, waardoor het zuurstofgehalte afneemt en de watertemperatuur toeneemt. Dit temperatuureffect kan in kwel gevoede wateren versterkt worden indien de aanvoer van koud grondwater afneemt. Dit kan ongunstig zijn voor de overlevingskansen van aquatische diersoorten. Zo kunnen de larven van de in Nederland zeer sterk bedreigde vuursalamander niet tegen een temperatuur hoger dan 15 °C.

2.4.4 Dalende grondwaterstand

Een dalende voorjaars- of zomergrondwaterstand kan resulteren in een afname van de zuurstofstress die plantenwortels ondervinden. Dit is nadelig voor soorten die aangepast zijn aan zuurstofstress, zodat ze verdrongen kunnen worden door soorten die hier niet voor aangepast zijn. De ecologische vereisten van habitattypen met betrekking tot de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) zijn uitvoerig gedocumenteerd en zijn o.a. ontsloten via www.synbiosys.alterra.nl en het waternood instrumentarium.

2.4.6 Vermesting door dalende grondwaterstand

Een daling van de grondwaterstand kan leiden tot een versnelde afbraak van organische stof. Hierbij komen voedingsstoffen vrij die in het grondwater oplossen en beschikbaar komen voor planten. Vaak profiteren de meer algemene plantensoorten van deze verhoogde beschikbaarheid van voedingsstoffen, zodat de voor het habitatype kenmerkende soorten verdwijnen. De gevoeligheid voor veresting door het vrijkomen van fosfor uit de bodemfase is o.a. afhankelijk van de Fe: P-ratio van het bodemmateriaal. In Tabel 4 staan criteria weergegeven voor de gevoeligheid voor veresting met fosfor (P) dat vrij kan komen uit de bodemmatrix. Indien de ijzerconcentratie in het bodemvocht relatief hoog is ten opzichte van de fosforconcentratie in het bodemvocht is er sprake van een geringe gevoeligheid voor veresting door een dalende grondwaterstand. In dit geval heeft een tijdelijke daling van de grondwaterstand geen gevolgen voor de haalbaarheid N2000-doelstellingen. Indien de ijzerconcentratie laag is ten opzichte van de fosforconcentratie is er wel sprake van gevoeligheid voor veresting. In dit geval mogen veranderingen in het grondwatergebruik geen gevolgen hebben voor de grondwaterstand ter plaatse van verestinggevoelige habitattypen.

2.4.7 Vermesting door afname kwel

Kwel heeft een sterk modulerende werking op de grondwaterstanden en mineralenhuishouding in kwelgebieden. Een afname van de kwel kan leiden tot een daling van de grondwaterstand zodat de invloed van relatief zuur regenwater op de wortelzone

toeneemt. Dit leidt tot de vorming van neerslaglenzen. Een daling van de grondwaterstand kan een afname van de omzetting van nitraat in stikstofgas tot gevolg hebben. Daarnaast kan de aanvoer van ijzer stagneren, met interne vermessing door fosfaat tot gevolg.

Kwelafhankelijke vegetaties kunnen al verdwijnen zonder dat er sprake is van waterpeilverlaging. Deze soorten zijn kwelafhankelijk omdat uittredend grondwater-eigenschappen heeft waar kwelafhankelijke vegetaties specifiek aan zijn aangepast. Als de kwel vermindert of verdwijnt, verdwijnen deze planten dan ook en komen er andere, vaak zeer algemene soorten voor in de plaats. Hiermee neemt de biodiversiteit dus sterk af. Ook kan er ernstige eutrofiëring optreden met algenbloei, troebel water en mogelijk blauwalgenbloei door toename van fosfaat. Of dit risico er is, hangt af van de ijzertoestand van de waterbodem (zie bijlage I). In alle wateren is reactief ijzer de regulator van de fosfaathuishouding. In Tabel 4 is te zien onder welke omstandigheden een tijdelijke vermindering van de kwelstroom risicovol is en wanneer niet.

2.4.8 Vermesting door verhoogde aanvoer gebiedsvreemd water

Een daling van de grondwaterstand en een afname van kwel in natte natuurgebieden kan leiden tot een verhoogde aanvoer van gebiedsvreemd water. Dit is nadelig voor de kwaliteit van de leefomgeving van planten en dieren die leven binnen vermessinggevoelige habitattypen. Dit komt doordat oppervlaktewater vaak hogere concentraties aan voedingsstoffen en sulfaat bevatten, zodat vermessing optreedt (zie bijlage I). Een andere kettingreactie die kan leiden tot vermessing wordt veroorzaakt doordat oppervlaktewater vaak rijker is aan opgeloste kalk en een lagere zuurgraad heeft dan het gebiedseigen grondwater. Hierdoor wordt de afbraak van organische materiaal uit de onderwaterbodem gestimuleerd, waarbij alkalinisatie optreedt en voedingsstoffen beter beschikbaar komen voor planten (zie bijlage I). Hierdoor is het in veel gevallen niet mogelijk om een daling van de grondwaterstand als gevolg van wijzigingen in het grondwatergebruik te compenseren met de aanvoer van gebiedsvreemd oppervlaktewater.

2.4.9 Verzuring door afname kwel en verhoogde regenwaterinfiltratie

Kenmerkende soorten waterplanten van zachte en zeer zachte wateren hebben specifieke aanpassingen om kooldioxide gelimiteerde milieus te kunnen groeien. Bij een verminderde kwelintensiteit kunnen deze wateren, afhankelijk van de basentoestand, verzuren, alkaliseren, eutrofiëren of stabiel blijven. Zowel bij verzuring als alkalisering (het omgekeerde) verdwijnen alle karakteristieke zachtwatersoorten. Of zachtwatervegetaties al dan niet risico's lopen bij tijdelijk verminderde kwel is af te lezen uit Tabel 4.

Door de hoge atmosferische stikstofdepositie accumuleert stikstof in de vorm van ammonium in de onderwaterbodem. Als er geen of onvoldoende aanvoer van baserijk water is, gaat die accumulatie van ammonium door tot de concentraties zo hoog zijn (zie bijlage I) dat het toxisch wordt voor Krabbescheer en de hele vegetatie instort. Als er voldoende baserijke kwel is, verdringt calcium uit het grondwater het ammonium van het adsorptiecomplex en accumuleert ammonium niet. In dat geval blijven de krabbescheervegetaties stabiel. Een afname van de kwel gedurende korte tijd kan geen kwaad, maar een permanente afname van baserijke kwel is wel riskant.

Lang is gedacht dat hoogvenen niet gevoelig zijn voor waterstandsdingen of dat kleine veentjes in vennen en hellingvenen niet gevoelig zijn voor verminderde freatisch kwel. Echter niets is minder waar. Intacte grote hoogvenen heeft Nederland niet meer, maar uit onderzoek is gebleken dat om hoogveenvorming weer op gang te krijgen op afgegraven

locaties het belangrijk is dat kalkhoudend grondwater tot in de veenbasis moet reiken om allerhande noodzakelijke biogeochemische processen weer aan de gang te krijgen (Lamers et al., 1999). Bij de meeste hoogveenrestanten reikt het gebufferde grondwater al niet meer of net niet in de veenbasis, en dat maakt deze gebieden zeer gevoelig voor waterstands dalingen ten gevolge van drainage of waterwinning in de directe omgeving. Ook kleine veentjes en hellingveentjes zijn zeer gevoelig voor een afname van freatisch koolzuurrijke kwel (Padberg, 2011; VanDijk et al., 2009). In deze gevallen mogen wijzigingen in het grondwatergebruik geen gevolgen hebben voor de kweldruk en de infiltratie van regenwater in het N2000-gebied.

2.4.10 Verzuring door daling van de grondwaterstand

Bij structurele verdroging verzuren schraallanden waarbij alle soorten die gebonden zijn aan basenrijke omstandigheden verdwijnen. Er blijven slechts enkele droogte- en zuur-tolerante soorten over die dominant worden. Vaak zijn dat de snelgroeiende grassen Bochtige smele en Pijpestrootje, en Dop- en Struikheide (Jalink & Jansen, 1996).

Bij een tijdelijke daling van de grondwaterstand of verminderde kwel hangt het van de basentoestand of de ijzerrijkdom af, of er risico is op verzuring of eutrofiëring (Zie Tabel 4; Lucassen 2004, Smolders *et al.*, 2010; Jansen & Roelofs, 1996).

Structurele verdroging waarbij de waterstand daalt, leidt altijd tot een verandering van de soortensamenstelling, waarbij de kwelafhankelijke soorten achteruitgaan of verdwijnen. De toplaag van het veen gaat veraarden waardoor het vochtvasthoudend vermogen sterk afneemt, hetgeen weer de verdroging in de toekomst versterkt. In broekbossen en beekbegeleidende bossen treedt vaak verbraming op de droogste plekken op, en hennegras- of brandnetelwoekering op vochtige plekken. Verdroogde lage laagveenvegetaties kunnen, afhankelijk van de basentoestand verzuren, waarbij vaak pitrus gaat woekeren en zeldzame, van buffering afhankelijke kruiden en mossen verdwijnen. Als het deels verdroogde laagveen niet verzuurt, gaan vaak wilgen de vegetatie domineren.

Bij kortdurende afname van de kwel- of waterstandsverlaging is er geen risico op veraarding van de toplaag van het veen. Wel is er een potentieel risico op verzuring of eutrofiëring, maar of dit gebeurt, hangt af van de basentoestand van het veen, en van de ijzer- en de zwavelhuishouding (Lucassen 2004 zie Tabel 4).

3 Advies voor een verantwoorde effectuering van het voorgenomen beregeningsbeleid

3.1 Heroverweging van enkele bepalingen in het voorgestelde beleid

Gezien de geologische opbouw van West Brabant is het waarschijnlijk dat beregeningswater vooral onttrokken wordt uit het eerste watervoerende pakket, onder de kleiafzettingen van Waalre en Strampoy. Door het hoge doorlaatvermogen van dit pakket en de hoge hydraulische weerstand van de klei zijn de verlagingskegels hier zeer plat. Het gevolg is dat de intrekgebieden van individuele onttrekkingen omvangrijk zijn en elkaar veelvuldig overlappen. Hierdoor worden effecten van wijzigingen in het grondwatergebruik op N2000-waarden vooral bepaald door de totale omvang van de onttrekkingen en veel minder door de ruimtelijke spreiding van de onttrekkingen. De verwachting is daarom dat stand still zones hier nauwelijks effectief zijn om grondwaterstandverlagingen te dempen. Het instellen van een nader te bepalen onttrekkingsplafond, al dan niet in relatie tot de omvang van de grondwatervoorraad, is waarschijnlijk een effectievere maatregel. Stand still zones zijn mogelijk wel effectief indien grondwater wordt onttrokken uit het freatische pakket en de effectiviteit neemt dan verder toe naarmate de weerstand van scheidende lagen groter is. Geadviseerd wordt om voor te schrijven dat onttrekkingsputten buiten de stand still zones bij voorkeur tot in het freatische pakket worden geplaatst en niet onder de bovenste weerstandbiedende laag.

De effectiviteit van stand still zones kan sterk afhankelijk zijn van het waterbeheer en -gebruik binnen de zones. Zo zijn de zones effectiever naarmate de omvang van de grondwateronttrekkingen uit deze zones afneemt. Het voorgenomen beleid voorziet niet in maatregelen om de onttrekkingen binnen de zones actief terug te brengen. Indien de zones gevrijwaard worden van onttrekkingen neemt de effectiviteit toe, en ontstaan zones van een geringere omvang. Het beleid dat van kracht is binnen de EHS en attentiezones zal uiteindelijk leiden tot genivelleerde onttrekkingshoeveelheden binnen deze gebieden. Geadviseerd wordt om te bezien of dit proces versneld kan worden, vooral in de gebieden waar de effectiviteit van de zonering negatief beïnvloed wordt door beregening uit grondwater. Dit zijn bijvoorbeeld de gebieden waar onder invloed van beregening droogval van het oppervlaktewatersysteem versneld wordt.

Het voorgenomen beleid voorziet in een flexibilisering van grondwateronttrekkingen ten behoeve van beregening onder de voorwaarde dat een of meerdere waterconserveringsmaatregelen worden getroffen. Indien op de juiste wijze en op grote schaal uitgevoerd kunnen dergelijke maatregelen effectief bijdragen aan het verhogen van de drainagebasis en daarmee aan het vernatten van natuurgebieden. Toch kunnen deze maatregelen niet *a priori* als compensatiemaatregel voor grondwateronttrekkingen ten behoeve van beregening worden aangemerkt, omdat dit beleidsonderdeel daarvoor te vrijblijvend is geformuleerd. Indien deze maatregelen wel als compensatiemaatregel bedoeld zijn, is het noodzakelijk om striktere eisen aan de maatregelen, en de realisatie daarvan, voor te schrijven. Daarnaast is regionale regie door de waterbeheerders noodzakelijk om dit beleid tot een succes te maken.

Onderdeel van het voorgenomen beleid is een onttrekkingsverbod ten behoeve van beregening van grasland tot 1 juni indien de GVG lager is dan de 25%-percentiel. Dit onttrekkingsverbod wordt gebaseerd op een grondwatermeetnet bestaande uit ongeveer 50 meetfilters. Naarmate een breder beregeningsverbod afgeroepen kan worden zal de noodzakelijke omvang van de stand still zones afnemen. Dit geldt vooral voor West Brabant waar een onttrekkingsplafond waarschijnlijk het enige effectieve middel is om grondwaterstandverlagingen te voorkomen.

3.2 Voorstel voor een gefaseerde invoering

Om recht te doen aan de grote variatie aan geohydrologische omstandigheden op regionale en lokale schaal, en aan de omvangrijke documentatie van gebiedskennis die verspreid beschikbaar is, is een gebiedsgedifferentieerde aanpak voor het berekenen van hydrologische effecten noodzakelijk. Om te voorkomen dat dit traject een ongewenst grote inspanning en doorlooptijd vereist is het raadzaam om het beleid gefaseerd in te voeren. Hierbij worden grove, geen-spijt stand still zones tijdens de eerste fase ingesteld en worden deze zones steeds verder verfijnd tijdens de tweede en eventueel volgende fases. Het advies voor fasering van het onderzoek en implementatie van het beleid is in Tabel 1 (pagina 6) samengevat. Geadviseerd wordt om de noodzakelijke hydrologische berekeningen met eenvoudige modelbenaderingen, analytisch of numeriek, uit te voeren. Dergelijke berekeningen zijn snel uit te voeren en goed verifieerbaar. De uitkomsten van deze berekeningen zijn tevens bruikbaar als verificatie van eventuele modelresultaten ten behoeve van de volgende fase. Waarschijnlijk kan met twee modelconcepten worden volstaan om voldoende recht te doen aan de variatie aan geohydrologische omstandigheden binnen Brabant. Deze modelconcepten zijn in Box 1 en Box 2 beschreven.

Gezien de stand still status van N2000 gebieden en de grote diversiteit aan ecologische vereisten is het niet mogelijk om een generiek (Brabant breed) cut off criterium voor significantie van hydrologische effecten vast te stellen. Hiervoor is een gebiedsgedifferentieerde aanpak noodzakelijk, ook als dit onderzoek plaats vindt in het kader van een gefaseerde invoering van het beleid. Aangezien de documentatie en kennis over N2000-gebieden omvangrijk is, kunnen deze criteria voor de Brabantse N2000-gebieden waarschijnlijk met een beperkte inspanning vastgesteld worden.

3.3 Onderzoekopzet, kwaliteitsborging en draagvlak

Het toetsend onderzoek dient uitgevoerd te worden onder begeleiding van een onafhankelijke, deskundige commissie. Deze commissie bestaat uit 1 of 2 geo- of ecohydrologen met een wetenschappelijke oriëntatie en die samen in staat zijn om het werkveld te overzien. De taak van deze commissie is om er op toe te zien dat het programma van eisen zoals beschreven in hoofdstuk 2 ter harte wordt genomen, of dat daar op basis van inhoudelijke gronden van af wordt geweken. Daarnaast is het ten behoeve van draagvlak en de ontsluiting van lokale kennis, literatuur en databestanden noodzakelijk om afgevaardigden van belangenorganisaties (in ieder geval ZLTO, Natuurmonumenten en Staatsbosbeheer) bij het onderzoek te betrekken.

Gezien de grote diversiteit aan Natura 2000 gebieden en de variatie aan hydrologische eigenschappen die Brabant rijk is, dient de onderzoeksmethode recht te doen aan de regionale en lokale hydrologische variatie en ecologische vereisten. Het vaststellen van de stand still zonerings dient daarom ruimtelijk gedifferentieerd uitgevoerd te worden, rekening houdend met de tijdsafhankelijkheid van de hydrologische veranderingen als gevolg van wijzigingen in het grondwatergebruik. Dit houdt in dat per Natura 2000 gebied de

ecologische vereisten en hydrologische toestandsvariabelen geïnventariseerd dienen te worden, om vervolgens op basis van hydrologische berekeningen te komen tot een standstill zoning die robuust is voor sociaaleconomische ontwikkelingen en variaties in het neerslagoverschot.

3.4 Cumulatie

In dit rapport wordt een programma van eisen voorgeschreven voor onderzoek naar de wijze waarop het Brabants beregeningsbeleid kan worden herzien terwijl significant negatieve effecten op N2000-waarden kunnen worden uitgesloten. De effecten van een herziening van het beregeningsbeleid staan echter niet op zichzelf, aangezien diverse andere ontwikkelingen bepalend kunnen zijn voor het uiteindelijke effect op N2000-waarden. De belangrijkste ontwikkelingen die kunnen leiden tot cumulatie van effecten zijn:

- (1) Veranderingen in de mate waarin aanspraak wordt gemaakt op het grondwater, bijvoorbeeld door drinkwaterbedrijven, industrieën en private personen. Vooral in West Brabant stapelen effecten van individuele winningen. Dit kan leiden tot het uitgroeien van verwaarloosbare effecten tot een relevant effect;
- (2) Veranderingen in de omvang en samenstelling van atmosferische stikstofdepositie uit landbouw en verkeer. In het kader van de Programmatische Aanpak Stikstof worden o.a. hydrologische herstelmaatregelen voorgesteld om verzuring en vermesting als gevolg van stikstofdepositie te mitigeren. Deze ingecalculeerde herstelmaatregelen kunnen haaks staan op eventueel toelaatbare effecten van een veranderend grondwatergebruik als reactie op een wijziging van het beregeningsbeleid;

Geadviseerd wordt dat de verantwoordelijke overheden hun handelingen met betrekking tot voorraadbeheer en de PAS met elkaar afstemmen. Dit is nodig om stapeling van individuele effecten op N2000 gebieden te voorkomen.

4 Beantwoorden van de adviesvragen

1. Zijn aanvullende modelberekeningen noodzakelijk en zo ja, welke om een betrouwbare uitspraak te kunnen doen over de hydrologische effecten van het nieuwe beleid op Natura-2000 gebieden?

Aanvullende modelberekeningen voor het vaststellen van stand still zones rond N2000gebieden zijn noodzakelijk. Om recht te doen aan de ruimtelijke en temporele geohydrologische variatie binnen de Provincie Noord Brabant dienen deze berekeningen uitgevoerd te worden met één of meerdere, tijdsafhankelijke, 2D of 3D grondwatermodellen. Deze grondwatermodellen dienen minimaal aan de volgende eisen te voldoen:

- a. Een geohydrologische schematisatie (ruimtelijke verbreding van watervoerende en weerstandlagen) en parametrisatie ($kD1$, $c1$, $kD2$) die recht doet aan de ruimtelijke variatie die Brabant rijk is en die geverifieerd is aan lokale studies ter plaatse van de N2000-gebieden en daar omheen;
- b. Ruimtelijk gedifferentieerde bergingscoëfficiënten die afhankelijk zijn van het bodemtype en, in natte gebieden, van de grondwaterstand (zie Tabel 3);
- c. Schematisatie van het oppervlaktewatersysteem als een dynamisch proces, waarbij waterstanden en weerstanden representatief zijn voor de periode van berekening en eventueel droogval;
- d. Verificatie van de modeluitkomsten op basis van eenvoudige rekensommen (analytische of numerieke modellen) en beschikbare meetreeksen van grondwaterstanden en afvoeren.

Voor het vaststellen van grove, geen-spijt zones ten behoeve van een gefaseerde invoering van het beleid wordt het toepassen van eenvoudige hydrologische modelbenaderingen, analytisch of numeriek, geadviseerd. Dergelijke berekeningen zijn snel uit te voeren en goed verifieerbaar. De uitkomsten van deze berekeningen zijn tevens bruikbaar als verificatie van eventuele numerieke modelresultaten ten behoeve van de volgende fase van de invoering van het beleid. Waarschijnlijk kan met twee modelconcepten worden volstaan om voldoende recht te doen aan de variatie aan geohydrologische omstandigheden binnen Brabant (zie Box 1 en Box 2). Merk op dat voor de ecologische effect beoordeling een gebiedsgedifferentieerde aanpak noodzakelijk is.

Het vaststellen van geen-spijt zones rond N2000-gebieden vereist een gebiedsgedifferentieerde benadering, omdat

- a. met een gebiedsgedifferentieerde benadering de informatiewaarde van beschikbare gegevens beter kan worden benut dan met een generieke, Brabant brede benadering.
- b. Lokale gebiedseigenschappen, zoals de aanwezigheid van leemlenzen of temporeel drainerende greppels, niet voldoende tot hun recht komen bij een generieke aanpak.

Aangezien grondwatermodellen vaak te onnauwkeurig zijn om ecologische effectbeoordelingen op te baseren, zijn naast modelberekeningen ook analyses van meetgegevens noodzakelijk. Deze analyses hebben tot doel om de uitkomsten van hydrologische berekeningen op waarde te kunnen schatten en om de significantie van eventuele hydrologische effecten te beoordelen.

Omdat de uitkomsten van ruimtelijk gedifferentieerde modellen door hun complexiteit niet gemakkelijk te doorgronden en te controleren zijn, wordt een getrapte modellering ten zeerste aanbevolen. Dit houdt in dat eerst verkennende berekeningen met analytische modellen worden uitgevoerd, en dat gaande weg meer complexiteit aan het model wordt toegevoegd. Hierbij zijn bestaande 3D grondwatermodellen inzetbaar, mits de sturende hydrologische processen, zoals oppervlaktewater-grondwaterinteractie (zie paragraaf 2.3), adequaat beschreven worden. Met deze aanpak wordt al in een vroeg stadium inzicht in de omvang van de stand still zones verkregen en zijn de modeluitkomsten beter verifieerbaar.

2. Hoe dienen de hydrologische effecten (kweldruk, grondwaterstanden en afvoer van beken) vertaald te worden naar ecologische effecten?

Gezien de grote verscheidenheid aan ecologische vereisten van de N2000-habitattypen bestaat er geen generiek kookboek voor het vertalen van hydrologische effecten naar ecologische effecten. Daarom wordt aanbevolen om onafhankelijke experts bij deze beoordeling te betrekken om te borgen dat de toetsing op de juiste variabelen en op een degelijke manier wordt uitgevoerd. Op hoofdlijnen komt deze beoordeling neer op de volgende 4 stappen:

- a. Inventariseren van ecologische vereisten binnen N2000-gebieden met betrekking tot vocht (grondwaterstanden), voedselrijkdom (productiviteit) en zuurgraad, en hoe deze vereisten samenhangen met hydrologische processen en toestandsvariabelen;
- b. Kwantificeren van de huidige toestand van de N2000-gebieden wat betreft de relevante hydrologische processen en toestandsvariabelen en, indien relevant, de bodemchemische toestand (o.a. elementenratios). Vaak zijn op puntniveau gegevens beschikbaar waarop de huidige situatie in kaart kan worden gebracht. De ruimtelijke variatie van hydrologische processen en toestandsvariabelen kan vaak alleen op basis van modellen inzichtelijk worden gemaakt.
- c. Kwantificeren van het doelgat en robuustheid van de kwaliteit van de leefomgeving van planten en dieren door vergelijking van de ecologische vereisten met de huidige toestand en, indien nodig, aangevuld met gerichte opnamen. Merk op dat elke hydrologische verslechtering significant is, indien de huidige abiotische omstandigheden buiten het kernbereik van het habitatype vallen. In dit geval wordt het maximaal toelaatbaar effect bepaald door de mate waarin met herstelmaatregelen de effecten gecompenseerd of gemitigeerd worden. Anderzijds kan een hydrologische verandering niet significant zijn indien de situatie onder een gewijzigd grondwatergebruik binnen het kernbereik van het habitatype valt. Daarom is er geen generiek (Brabant-breed) cut off criterium voor significantie te definiëren, behalve het uitblijven van welke hydrologische verslechtering dan ook;
- d. Tenslotte dienen de berekende hydrologische effecten beoordeeld te worden op basis van het doelgat en de robuustheid van de kwaliteit van de leefomgeving van planten en dieren. Indien een ecosysteem (mogelijk) at risk is, kan het nodig zijn om hiervoor aanvullende hydrologische berekeningen uit te voeren, bijvoorbeeld om veranderingen in de interactie tussen opwellend kwelwater en infiltrerend neerslag (zogenaamde neerslaglenzen) te voorspellen.

3. Dient het worst case onttrekkingsscenario aangepast te worden? Zo ja, op welke wijze?

Het worst case scenario dat gebruikt is door De Wilde en Van der Wal (2012) is onvoldoende onderbouwd om betrouwbare prognoses van hydrologische effecten op N2000-gebieden te kunnen maken. Dit heeft twee oorzaken, namelijk (1) het scenario is niet voldoende onderbouwd en gespecificeerd wat betreft de onttrekkingshoeveelheden, onttrekkingsduur, timing en diepte van de onttrekkingen, en (2) het scenario doet onvoldoende recht aan de verscheidenheid aan hydrologische processen en toestandsvariabelen die bepalend zijn voor de kwaliteit van de leefomgeving in N2000-gebieden. De voor N2000-habitattypen relevante hydrologische processen en toestandsvariabelen verschillen namelijk onderling in de gevoeligheid voor bovengenoemde eigenschappen van het onttrekkingsscenario. Verschillende combinaties van de eigenschappen van onttrekkingen grijpen op een andere manier in op het hydrologische systeem zodat het worst case scenario niet *a priori* is vast te stellen. Het is daarom noodzakelijk om een reeks worst case scenario's te ontwikkelen die recht doen aan de verscheidenheid aan hydrologische vereisten van habitattypen (grondwaterstanden, kwel, afvoer) en de ruimtelijke variatie daarin.

Voor het ontwikkelen van de worst case scenario's zijn de volgende werkzaamheden noodzakelijk:

- a. Vaststellen van de referentiesituatie van de scenario's, c.q. beslissen of de bestaande situatie of de gewenste situatie als referentie wordt genomen. Deze referentiesituaties wijken verder van elkaar af naarmate er meer niet-vergunde beregeningsinstallaties worden geëxploiteerd. Indien niet-vergunde onttrekkingen worden gedoogd of gelegaliseerd is een grotere omvang van de stand still zones noodzakelijk, vooral als deze onttrekkingen plaats vinden binnen de toekomstige stand still zones; Hierbij dient bedacht te worden dat in het kader van de Nbwet wordt gekeken naar de gevolgen van beleidswijzigingen (en cumulatie) ten opzichte van de huidige situatie. Niet-vergunde onttrekkingen maken dus onderdeel uit van de referentiesituatie. Dat geldt ook niet-gebruikte vergunde rechten. Als de gewenste situatie als referentie wordt genomen impliceert dit dat alle illegale situaties worden aangepakt, anders klopt de referentie niet.
- b. Uitvoeren van sociaal- en bedrijfseconomische onderzoeken voor het maken van worst case prognoses van de ontwikkeling van de beregeningsvraag uit grondwater in relatie tot de voorgenomen beleidswijzigingen en autonome ontwikkelingen;
- c. Ruimtelijk karakteriseren van de agrarische onttrekkingen in termen van volumes, diepte, duur en timing van onttrekkingen. Bij freatische winning is tevens de ruimtelijke spreiding van de putten van belang.

Bij het doorrekenen van de scenario's dient ook de onzekerheid in het achterliggende grondwatermodel in ogenschouw genomen te worden. Met andere woorden, een worst case onttrekkingsscenario dient gecombineerd te worden met de meest ongunstige fysische eigenschappen (kD1, S1,c1,kD2 en oppervlaktewater-grondwaterinteracties) die binnen de onzekerheidsmarge vallen.

4. De uitgevoerde voortoets richt zich uitsluitend op de mogelijk negatieve effecten van het nieuwe beregeningsbeleid. Op welke wijze kunnen ook de positieve effecten van het nieuwe beleid op Natura 2000 gebieden (waterconservering op perceelsniveau en GGOR) in beeld worden gebracht?

Het voorgenomen beleid voorziet in een flexibilisering van grondwateronttrekkingen ten behoeve van beregening onder de voorwaarde dat een of meerdere waterconserveringsmaatregelen worden getroffen. Naar verwachting leidt dit beleid tot grootschalige detail maatregelen ten behoeve van waterconservering. Indien op de juiste wijze en op grote schaal uitgevoerd kunnen dergelijke maatregelen effectief bijdragen aan het verhogen van de drainagebasis en daarmee aan het vernatten van natuurgebieden. Toch kunnen deze maatregelen niet *a priori* als compensatiemaatregel voor grondwateronttrekkingen ten behoeve van beregening worden aangemerkt. Daarvoor is dit beleidsonderdeel te vrijblijvend geformuleerd (er worden bijvoorbeeld geen eisen aan de omvang en het type conserveringsmaatregelen gesteld). Indien deze maatregelen wel als compensatiemaatregel bedoeld zijn is het noodzakelijk om striktere eisen aan de maatregelen voor te schrijven en dat de waterbeheerders op regionale schaal de regie hierover gaan voeren. Zonder deze regie blijven waterconserveringsmaatregelen die door individuele agrariërs worden getroffen op zich zelf staan, terwijl de effectiviteit van ad hoc waterconserveringsmaatregelen vaak zeer beperkt is gebleken. Immers, anno 2013 bestaat er nog geen wetenschappelijk bewijs voor de bijdrage die lobstuwtjes en peilgestuurde drainage kunnen leveren aan waterconservering. Een van de oorzaken is dat agrariërs naar wens het drainage niveau aan kunnen passen, zodat het water dat tijdens het winterseizoen is opgespaard al weer voor de aanvang van het beregeningsseizoen verloren is gegaan. Daarom is de verwachting dat lokale waterconserveringsmaatregelen alleen effectief zijn als

- a. deze maatregelen op grote schaal en onder regie van de waterbeheerders worden gedefinieerd en gerealiseerd;
- b. er voorschriften voor de inrichting en aansturing van de kunstwerken in het beregeningsbeleid worden opgenomen en daarop wordt gehandhaafd;
- c. in het beregeningsbeleid een directe koppeling wordt gemaakt tussen de effectiviteit van conserveringsmaatregelen en de start van het beregeningsseizoen.

Zonder dat de vrijblijvendheid rond het nemen van conserveringsmaatregelen wordt ingeperkt is het niet mogelijk om positieve effecten op Natura 2000 gebieden in beeld te brengen. Daarnaast zijn conserveringsmaatregelen juist effectief in de stand still zones rond de N2000-gebieden, terwijl in deze gebieden het nieuwe beregeningsbeleid niet voorziet in grootschalige vernattingsmaatregelen door waterconservering.

De GGOR zou in veel gevallen positief bij kunnen dragen aan de realisatie van de N2000-doelstellingen door (1) de ruimtelijke voortplanting van de onttrekkingskegel door toenemende oppervlaktewaterinfiltratie te dempen, en (2) de behoefte aan grondwater voor beregening doen afnemen door een verbeterde vochthuishouding van landbouwpercelen en een verbeterde aanvoer van oppervlaktewater voor beregening. Voorwaarde is dat bij het uitvoeren van de GGOR rekening wordt gehouden met mogelijk negatieve effecten op vermist gevoelige natuurtypen. De aanvoer van gebiedsvreemd oppervlakte water beïnvloedt namelijk de kwaliteit van de leefomgeving van veel laagproductieve soorten vaak negatief. Voor dergelijke gevallen wordt geadviseerd om een kwaliteitsdoelstelling in de GGOR op te nemen.

5. Hoe dragen monitoring en de overige waarborgen die zijn opgenomen in het nieuwe beregeningsbeleid (onttrekkingsverbod, maximum pompcapaciteit en maximum aantal putten per hectare) bij aan het voorkomen van negatieve effecten op Natura-2000 gebieden?

In algemene zin zijn monitoring en handhaving strikt noodzakelijk om verdroging van N2000-gebieden als gevolg van veranderingen in het grondwatergebruik als reactie op de beleidswijziging te voorkomen. Hierbij is monitoring niet beperkt tot meten en registreren. Het houdt ook het verwerken, analyseren en het nemen van maatregelen in. Hiervoor is het tevens noodzakelijk dat afspraken over het overgaan tot maatregelen worden vastgelegd.

Onderdeel van het voorgenomen beleid is een onttrekkingsverbod ten behoeve van beregening van grasland tot 1 juni indien de GVG lager is dan de 25%-percentiel. Dit onttrekkingsverbod wordt gebaseerd op een grondwatermeetnet bestaande uit ongeveer 50 meetfilters. Hierdoor zal het grondwatergebruik voor beregening tijdens zeer droge jaren enigszins geremd worden. Om de bijdrage aan het voorkomen van negatieve effecten op N2000-gebieden te kunnen voorzien is het noodzakelijk om te weten hoeveel grondwater hier daadwerkelijk mee uitgespaard wordt ten opzichte van het totaal aan grondwateronttrekkingen tijdens droge jaren. Tevens is het relevant om de geografische eigenschappen van de onttrekkingen voor de beregening van grasland te weten (diepte en locatie). Merk op dat vooral in West Brabant de totale omvang van de onttrekkingen uit het tweede watervoerende pakket bepalend is voor de hydrologische effecten op N2000-gebieden. In dit gebied is de voorgenomen strategie om de omvang van beregening af te laten hangen van de actuele grondwatervoorraad potentieel effectief aangezien de vanggebieden van de onttrekkingen zeer groot zijn. Tegelijkertijd hangen hydrologische effecten op N2000-gebieden hier vooral samen met de totale omvang van de grondwateronttrekkingen, omdat individuele verlagingen door stapeling kunnen uitgroeien. Onderzoek moet uitwijzen wat de maximale omvang van de diepe onttrekkingen mag zijn om te blijven voldoen aan de ecologische vereisten en in hoeverre een voorjaarsverbod bijdraagt aan het aftoppen van de beregeningsvraag naar grondwater tot onder de maximale omvang.

Literatuur

- Geurts, J.J.M., A.J.P. Smolders, J.T.A. Verhoeven, J.G.M. Roelofs & L.P.M. Lamers (2008). Sediment Fe:PO₄ ratio as a diagnostic and prognostic tool for the restoration of macrophyte biodiversity in fen waters. *Freshwater Biology* 53: 2101-2116.
- Graaf, M.C.C. de, R. Bobbink, P.J.M. Verbeek & J.G.M. Roelofs, 1997. Aluminium toxicity and tolerance in three heathland species. *Water, Air and Soil Pollut.*, 98: 229-239.
- Jalink, M.H.; Jansen, A.J. M. (1995). Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van grondwaterafhankelijke beekdalgemeenschappen *Indicatorsoorten*, 2 Staatsbosbeheer: Driebergen. 146 pp.
- Jansen, A.J.M. & J.G.M. Roelofs, 1996. Restoration of *Cirsio-Molinietum* wet meadows by sod cutting. *Ecological Engineering*, 7: 279-298.
- Lamers, L.P.M., H.B.M. Tomassen & J.G.M. Roelofs, 1998. Sulfate-induced eutrophication and phytotoxicity in freshwater wetlands. *Environ. Sci. Technol.*, 32(2): 199-205.
- Lucassen, E.C.H.E.T., A.J.P. Smolders & J.G.M. Roelofs (2002). Potential sensitivity of mires to drought, acidification and mobilisation of heavy metals: the sediment S/(Ca+Mg) ratio as diagnostic tool. *Environmental Pollution* 120: 635-646.
- Lucassen E, Van den Munckhof P, Smolders A, Roelofs J (2010). Mogelijkheden tot herstel drijvende waterweegbree. *H₂O* 6, 44-46.
- Patberg, W. (2011). Solute transport in Sphagnum dominated bogs. Ph.D. Thesis, RUG.
- Scheffer, M.; Carpenter, S.; Foley, J. A.; Folke, C.; Walker, B. (2001). "Catastrophic shifts in ecosystems". *Nature* 413 (6856): 591–596
- Smolders, A. and Roelofs, J.G.M. 1995. Internal eutrophication, iron limitation and sulphide accumulation due to the inlet of river Rhine water in peaty shallow waters in the Netherlands. *Arch. Hydrobiol.* 133, 349-365.
- Smolders AJP, Lucassen ECHET, Bobbink R, Roelofs JGM, Lamers LPM (2010). How nitrate leaching from agricultural lands provokes phosphate eutrophication in groundwater fed wetlands: the sulphur bridge. *Biogeochemistry* 98: 1-7.

Bijlage I: Toelichting op enkele ecohydrologische relaties

Grondwater versus oppervlaktewater

Grondwater- of kwelafhankelijke planten en dieren zijn dit vanwege de speciale karakteristieken van grondwater. Veelal wordt gedacht dat als de wenselijk geachte oppervlaktestand bereikt is het vanzelf goed gaat met het systeem omdat er geen verdroging zou zijn, maar dit is een misverstand. Als de kwelstroom afneemt, is er in principe sprake van verdroging en kan dat gevolgen hebben voor de waterkwaliteit en de kwelafhankelijke vegetaties en faunagemeenschappen. Ook kun je indien er wel sprake is van verlaging van het oppervlaktewaterpeil vanwege opdrogen van kwelstromen dit niet oplossen door aanvoer van oppervlaktewater. Een van de belangrijkste redenen is dat grondwater een evenwichtige zuur-base balans heeft waarbij de pH meestal rond 6 ligt waarbij de hoeveelheid buffer, namelijk bicarbonaat (HCO_3^-) gelijk is aan de hoeveelheid koolzuur (H_2CO_3), zelfs als het water kalkrijk is. Daarom is er bij grondwatervoeding geen sprake van alkaliseren waardoor de mineralisatiesnelheid in bodems beperkt blijft en er veenvorming kan plaatsvinden, waarbij nutriënten worden vastgelegd. Als kalkrijk grondwater uittreedt en oppervlaktewater wordt, verdwijnt het koolzuur naar de atmosfeer terwijl de bicarbonaatbuffer in het water blijft opgelost en de pH stijgt naar ca. pH 8. Veenvorming is niets meer of minder dan ophoping van organisch materiaal doordat er meer organische stof wordt geproduceerd dan afgebroken. Bij de afbraak van organisch materiaal worden er organische zuren geproduceerd, zoals melkzuur, en deze remmen de verdere afbraak. Je kunt dit proces vergelijken met zuurkool. Dit ontstaat als je witte kool onder water zet waarbij ook organische zuren worden gevormd waardoor de kool niet verder afbreekt. Gooi je een schep kalk in je vat met zuurkool, dan bederft het en wordt het verder afgebroken. Hetzelfde gebeurt als je kalkrijk oppervlaktewater inlaat in wetlands met een venige bodem. Omdat de onderwaterbodem anaeroob is stimuleer je zo de anaerobe afbraak waarbij nogmaals bicarbonaat wordt geproduceerd en de bodem verder alkaliseert, hetgeen de afbraak weer verder stimuleert. Dit betekent dat grondwater of kwelafhankelijke systemen altijd een zekere mate van voeding met grondwater nodig hebben. Hoeveel dat is, wordt besproken in de hierna volgende hoofdstukken waar de verschillende kwelafhankelijke ecotopen worden behandeld.

Gevolgen van een verminderde beekafvoer.

De Brabantse Kempen zijn bekend om hun vele beken en riviertjes met heel bijzondere plantenbegroeiingen. Omdat de hogere zandgronden van nature kalkarm zijn, is het water in deze watergangen zacht. In zachte wateren is weinig kalk opgelost en dientengevolge is ook bicarbonaat en kooldioxide schaars. In tegenstelling tot landplanten hebben waterplanten vaak problemen om voldoende kooldioxide op te nemen voor de fotosynthese, omdat de diffusie van kooldioxide in water 10.000 maal trager verloopt dan in lucht. Daarom komen in deze wateren waterplanten voor met specifieke aanpassingen aan koolstoflimitatie. Op plaatsen zonder kwel en met geringe stroming komen soorten voor die in staat zijn met hun wortels kooldioxide op te nemen voor de fotosynthese, zoals de habitatrichtlijn-soort Drijvende waterweegbree (*Luronium natans*). Op snelstromende plekken is de diffusie hoger en komen soorten voor die efficiënt met het blad kooldioxide kunnen opnemen zoals Vlottende waterranonkel (*Ranunculus fluitans*) en Vlottende bies (*Scirpus fluitans*). Op

plekken met kwel is de kooldioxideconcentratie altijd hoger waardoor daar minder efficiënte kooldioxidegebruikers voorkomen zoals Waterviolier (*Hottonia palustris*). Als de kwel helemaal wegvalt, verdwijnen kwelafhankelijke soorten als Waterviolier, en als de kwel vermindert, zal hun abundantie verminderen.

Ook is de consequentie van de verminderde kwel een verminderde beekafvoer. Om verdroging tegen te gaan is ervoor gekozen om vele stuwen aan te leggen, en dat heeft in veel gevallen desastreuze gevolgen voor de kenmerkende plantensoorten. Door de langere retentie verhardt het water door reductieve afbraakprocessen in de bodem volgens:
$$\text{Organische stof CH}_2\text{O} + \text{nitraat NO}_3^- \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{N}_2$$

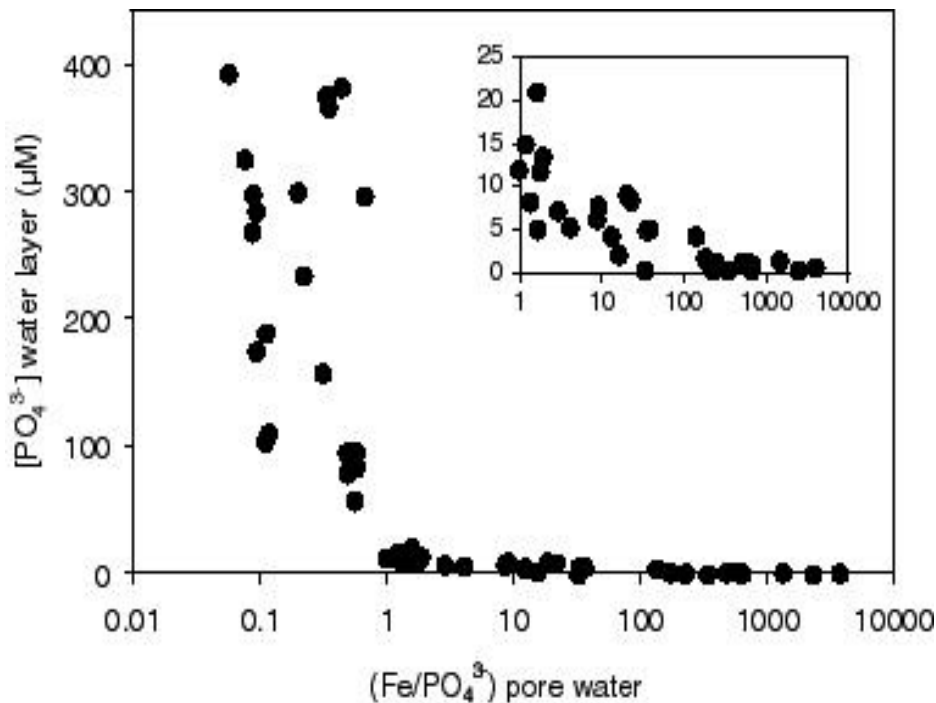
Er wordt dus bicarbonaatbuffer geproduceerd en deze alkalinisatie leidt tot een snellere nutriënten-kringloop en dus eutrofiering. Tegelijkertijd wordt door de toegenomen hoeveelheid anorganisch koolstof de koolstoflimitatie opgeheven. Het gevolg is een massaontwikkeling van soorten als Smalle waterpest (*Elodea nuttallii*), Drijvend fonteinkruid (*Potamogeton natans*) en Grof hoornblad (*Ceratophyllum demersum*). Als gevolg van concurrentie verdwijnen de karakteristieke soorten. Uit onderzoek van Lucassen et al. (2010) is gebleken dat de sterke achteruitgang van de Drijvende waterweegbree en andere kenmerkende zachtwatersoorten in Brabant is toe te schrijven aan deze alkalinisatie. De fauna reageert niet direct op veranderingen in nutriënten of waterhardheid, maar wel indirect doordat een langere retentietijd en verminderde doorstroming leidt tot meer afzetting van organische stof op de bodem, en daardoor meer afbraak en een hoger zuurstofverbruik. Hierdoor vermindert de beschikbaarheid van zuurstof in en vlak boven de waterbodem. Dit heeft negatieve effecten op bodemdieren die afhankelijk zijn van een goede zuurstofhuishouding, zoals vlokreeften (*Gammarus spec*). Een vuistregel om te voorkomen dat deze negatieve effecten optreden, is om een groot deel van het jaar het waterpeil in sloten, beken en riviertjes niet hoger op te stuwen dan 10 cm beneden de stijghoogte van het grondwater, zodat een goede doorstroming met zacht water gewaarborgd blijft. Kortdurende perioden van wegvallende kwel in droge periodes zijn normaal en hebben doorgaans geen negatief effect op de milieukwaliteit.

Gevolgen van verminderde kwel voor meren en plassen in Natura 2000 gebieden

De fosfaatbelasting van oppervlaktewateren speelt is sterk bepalend voor de ecologische waterkwaliteit. In de meeste oppervlaktewateren wordt de fosfaathuishouding gereguleerd door de ijzercyclus. In de anaerobe bodem worden slecht oplosbare ijzeroxiden (roest) gereduceerd tot goed oplosbaar tweewaardig ijzer. Dit ijzer diffundeert naar de zuurstofhoudende waterlaag waar het weer oxideert. Vervolgens bindt dit ijzerroest in het water opgeloste fosfaten zodat ze samen neerslaan op de waterbodem. Daar wordt weer ijzer gereduceerd en begint de cyclus opnieuw. Zolang er voldoende reactief ijzer in de bodem zit, blijven de fosfaatconcentraties, zolang de externe fosfaatbelasting niet al te hoog is, in de waterlaag laag en daardoor blijft de waterkwaliteit en de helderheid van het water goed. Tegenwoordig echter worden veel oppervlaktewateren belast met stoffen die ook een reactie met het ijzerroest aangaan, en dus met fosfaat om bindingsplaatsen aan ijzer concurreren. De belangrijkste ijzerconsumerende stof is sulfaat. In de anaerobe onderwaterbodem wordt sulfaat gereduceerd tot sulfide. Sulfide heeft een hoge affiniteit voor ijzer en bindt sterker aan ijzer dan fosfaat (Smolders & Roelofs, 1995; Lamers et al., 1998). Zolang de onderwaterbodem anaeroob blijft, zijn de ijzersulfide-verbindingen stabiel en doen ze niet meer mee aan de ijzercyclus. Als de consumptie van reactief ijzer groter is dan de aanvoer van ijzer met het grondwater, neemt de verhouding tussen reactief ijzer en fosfaat in het bodemvocht af. Zolang de hoeveelheid reactief ijzer 10 keer groter is dan de hoeveelheid fosfaat 10 (mol per mol), is er niets aan de hand. Daalt deze verhouding echter naar waarden van 1 of lager, dan stijgen de fosfaatconcentraties in de waterlaag explosief

omdat de ijzercyclus niet meer werkt (zie Figuur 1). Hoge fosfaatconcentraties leiden vaak tot massale planktonontwikkeling met als gevolg dat het oppervlaktewater troebel wordt en waterplanten verdwijnen. Vaak is dit een vrijwel onomkeerbaar proces en we spreken dan ook van een “sudden shift in stable states”. Voor de theorie achter deze plotse veranderingen in stabiele toestanden verwijs ik naar Scheffer et al. (2001).

Zolang er kwel is, doet dit probleem zich doorgaans niet voor, omdat er met de kwel stoffen worden aangevoerd die door microben makkelijker worden gereduceerd dan sulfaat. Droogt in een bepaalde tijd de kwelstroom op en stagneert de doorstroming, dan wordt sulfaat gereduceerd en vervolgens ijzer geconsumeerd. Is de ijzer-fosfaat verhouding hoog, zeg hoger dan 10, dan is het risico op plotselinge ernstige eutrofiering gering. Is deze verhouding laag, bijvoorbeeld beneden 5 (vuistregel) dan is het risico op interne eutrofiering zeker aanwezig en is een afname van kwel ongewenst.

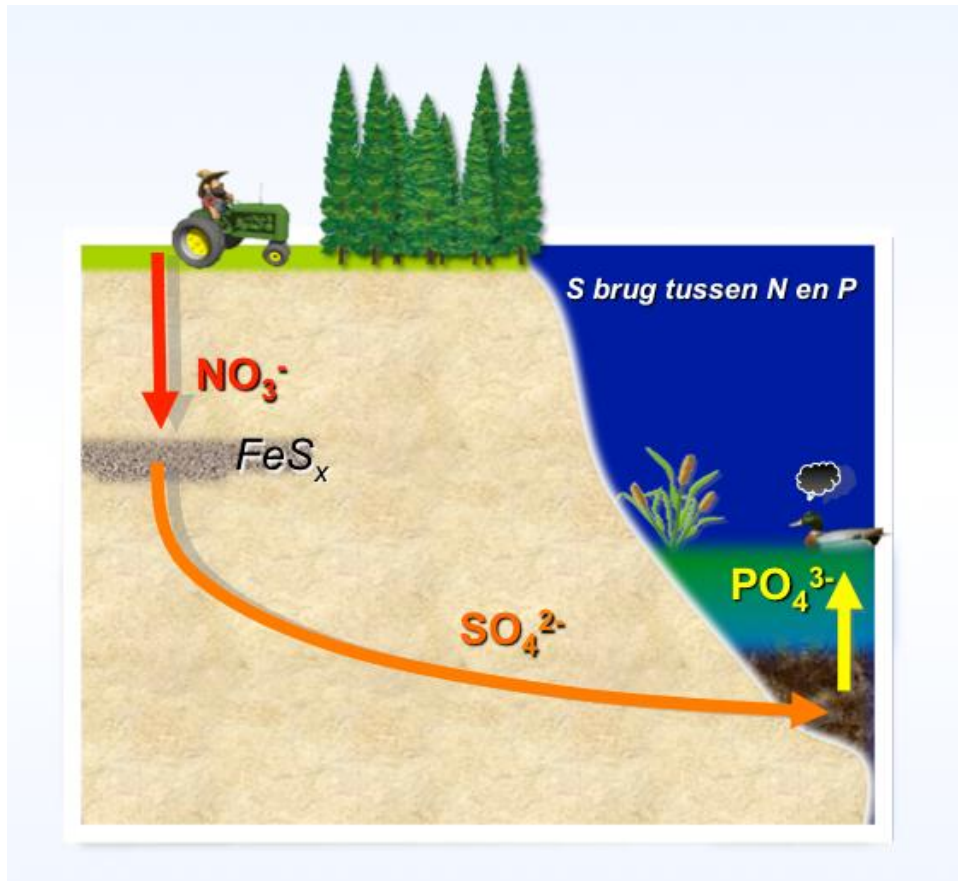


Figuur 1: De relatie tussen de ijzer-fosfaat ratio in het bodemvocht en de fosfaatconcentratie in de waterlaag. Naar Smolders et al. , 2001.

Waar komt die sulfaatbelasting vandaan?

Heel Nederland heeft in het verleden onder de zeespiegel gelegen en zeewater is rijk aan sulfaat; door zwavelreductie zijn in de loop der tijd pyrietlagen (FeS₂) afgezet. Ook tijdens de periode van extreem hoge atmosferische zwavelbelasting tussen 1950 en 1990 van de vorige eeuw hebben zich in de anaerobe ondergrondse lagen pyriet afgezet. Zolang deze lagen anaerob blijven en er geen nitraat uitspoelt, is er niets aan de hand omdat er niets gebeurt met die pyrietlagen. Maar zoals bekend is, spoelt uit bemeste landbouwgronden veel nitraat uit. Als dit nitraat pyrietbanken passeert, wordt door een consortium van microben

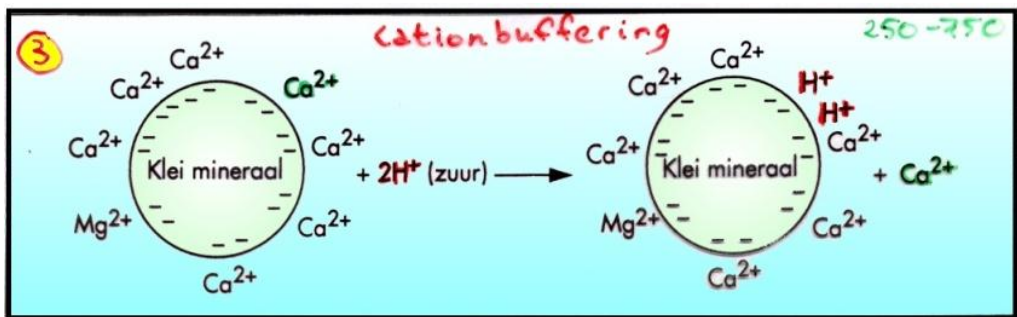
nitraat gereduceerd tot stikstofgas en gelijktijdig pyriet geoxideerd tot niet mobiel geoxideerd ijzer (Fe^{3+}) en mobiel sulfaat (SO_4^{2-}). Ook kunnen door drainage of grondwateronttrekking pyrietbanken droogvallen. Hierdoor treedt er zuurstof in de bodem en kan het pyriet onder invloed van zuurstof oxideren. Met de grondwaterstroom komt dit sulfaat in de natte natuur terecht (Figuur 2).



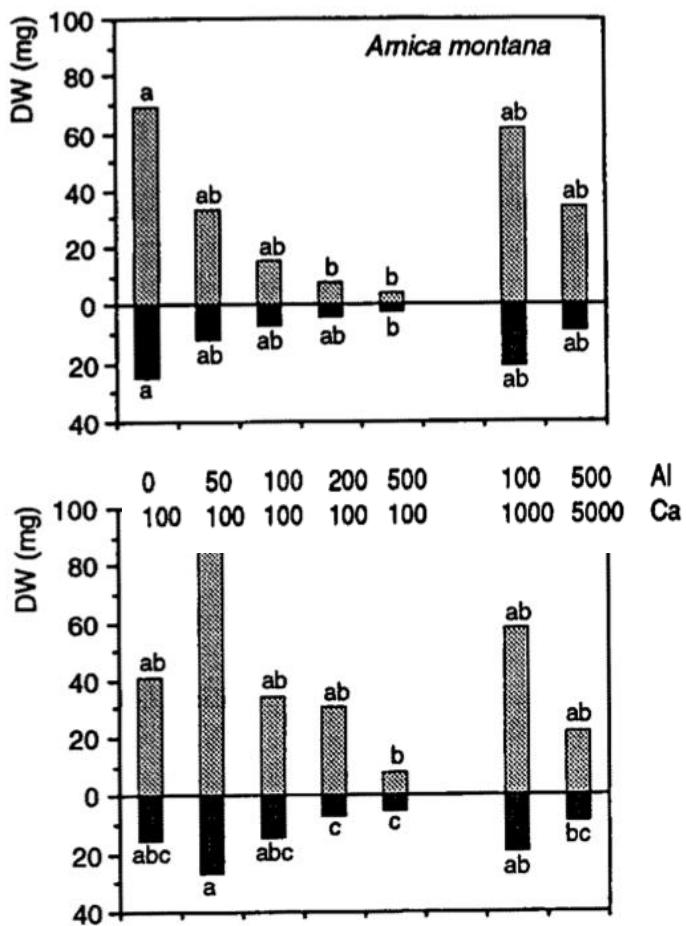
Figuur 2: Uitspoeling van nitraat naar het grondwater, vanuit landbouwgebieden en stikstofverzadigde bossen, zorgt voor sulfaatmobilisatie uit pyrietbanken (FeS_x). Dit met sulfaat verontreinigd grondwater komt vervolgens in wetlands, waar het tot fosfaatmobilisatie en vervolgens eutrofiering kan leiden. Deze 'zwavelbrug' ('S brug') staat beschreven in Smolders et al., 2010.

Effecten van grondwaterstandsverlaging

Het gevoeligst voor waterstandsverlaging in Natura 2000 gebieden zijn vochtige en natte schraallanden en beekdalmoerassen. In kalkarme vochtige en natte schraallanden is in belangrijke mate de basenverzadiging bepalend voor het vegetatietype en de soortensamenstelling. Als alle bindingsplaatsen van het bodemadsorptiecomplex bezet zijn met basen (Ca en Mg) spreken we over een basenverzadiging van 100 % (zie Figuur 3). Is 20 % van de bindingsplaatsen bezet door protonen (zuur) dan is de basenverzadiging 80 procent.



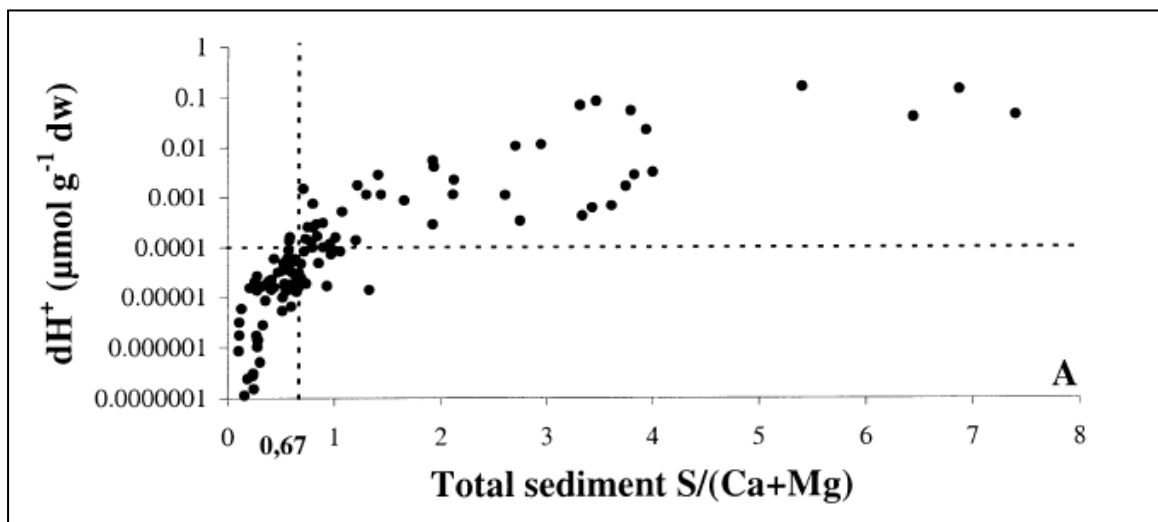
Figuur 3: Uitleg basenverzadiging: % (in lading) basische kationen / totaal kationen aan het bodem-adsorptiecomplex. Links 100%, rechts na zuurtoevoer 87.5%.



Figuur 4: Effecten van verschillende concentraties aluminium en calcium (in μmol L⁻¹) op de biomassaproduktie van Valkruid (boven) en Spaanse ruiter (beneden). Grijs: bovengronds, zwart: ondergronds. Uit: De Graaf et al., 1997.

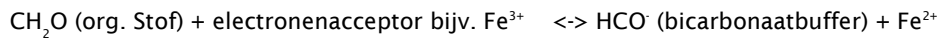
In dotterbloemhooilanden is de basenverzadiging altijd hoog, globaal tussen 80% en 100%, terwijl deze in blauwgraslanden wat lager kan zijn, globaal boven 40%. Zwakzure veldrushoilanden komen voor bij verzadigingspercentages boven 20%. Een basenverzadiging van ca 20% is een kritische grens waar beneden het zo zuur is dat amorf aluminium in oplossing gaat. Al^{3+} is giftig voor de meeste plantensoorten. Omdat calcium verhindert dat aluminium de wortels binnendringt, is de Al/Ca-ratio een goede indicator of het fout gaat (Fig. X; De Graaf et al., 1997). Beneden een verhouding van 1 is er weinig aan de hand, boven 1 worden gevoelige soorten ernstig bedreigd. Of een nat schraalland verzuurt bij tijdelijke droogval is eenvoudig te bepalen. Bij droogval krijg je zuurvormende processen waarbij de belangrijkste zwaveloxidatie is. Lucassen et al. (2002) hebben vastgesteld dat als de ratio tussen de hoeveelheid zwavel S en de som van de basen Ca en Mg kleiner is dan 0,67, er geen gevaar is voor verzuring. Is deze verhouding hoger dan is de kans op verzuring tijdens tijdelijke droogval groot (zie Figuur 5).

Voor laagveenmoerassen in beek- en rivierdalen geldt hetzelfde met betrekking tot verzuring maar hier speelt nog een tweede risico. Vanwege de nog steeds hoge atmosferische stikstofdepositie en het feit dat hier via maaien geen vegetatie wordt afgevoerd, kan hier ammonium in de anaerobe bodem accumuleren en boven bepaalde waarden toxisch worden voor water- en moerasplanten. Indien er voldoende doorstroming is met baserijk water treedt die accumulatie niet op omdat calcium en magnesium het ammonium van het bodemadsorptiecomplex verdringen en het ammonium naar het water kan diffunderen. Vervolgens verlaat het ammonium het grondwatersysteem als stikstofgasdoor gekoppelde nitrificatie en denitrificatie. Voldoende aanvoer van basen via kwelwater is dan ook essentieel om te voorkomen dat ammonium in toxische concentraties voor kan komen. Tijdelijke droogval van 1-2 maanden tijdens droge periodes kan echter geen kwaad omdat in zo een kort tijdsbestek ammonium geen toxische niveaus bereikt (Lucassen et al).



Figuur 5: Zuurproductie (ΔH^+) als gevolg van droogval, uitgezet tegen de verzuringspotentiaal. Boven een ratio van 0,67 wordt de pH lager dan 4. Uit: Lucassen et al., 2002.

Anaerobe afbraak organische stof



Infiltratie van oppervlaktewater als compensatiemaatregel

Ofschoon waterconservering de voorkeur heeft, kan in sommige gevallen gekozen worden voor maatregelen om infiltratie van oppervlaktewater te bevorderen. Er zijn situaties bekend waar door niet opzettelijk infiltratie belangrijke natuurwaarden zijn ontstaan. Een voorbeeld is de Grote Moost, een Peelrestant ten zuiden van de Noordervaart. Met de Noordervaart wordt Maaswater aangevoerd richting Peelvenen. Ter hoogte van de Grote Moost is het waterniveau in de Noordervaart meters hoger dan in de Grote Moost. Omdat het oppervlaktewater een relatief lange afstand aflegt door de bodem, krijgt het de karakteristieken van grondwater, en waar dit water opwelt zijn mooie soortenrijke schraallanden en soortenrijke zwak gebufferde vennen ontstaan.

Hoogvenen en hoogveenrestanten

Tot voor kort werd aangenomen dat voor het herstel van hoogveenrestanten alleen conservering van regenwater nodig is. Inmiddels weten we dat het voor het herstel nodig is dat het gebufferde regionale water tot in de veenbasis reikt (Lamers et al., 1999). Het beste zou zijn om in een royale strook rond zo een veenrestant de drainage te stoppen om het water weer in de veenbasis te krijgen. Zolang dit niet mogelijk is, zou je kunnen overwegen om in een smallere bufferstrook water te infiltreren om op die manier weer water in de veenbasis te krijgen en de veenvorming weer op gang te krijgen.

Kleine intacte of gedegradeerde hoogveentjes

Uit recent onderzoek (Patberg et al., 2011) is gebleken dat kleine venveentjes ook niet alle afhankelijk zijn van regenwater en in belangrijke mate afhankelijk zijn van freatisch CO₂ rijk water, wat ook geldt voor hellingveentjes. Voor deze veentjes is het van het grootste belang dat de grondwaterstand op peil blijft. Bij gedegradeerde kleine veentjes is bijna altijd sprake van het wegvallen van lokale kwelstromen, en het herstel van de originele hydrologie is noodzakelijk om het veen te herstellen. Een typerend voorbeeld is de Tuspeel bij Heel in Limburg. Door drainage was dit niet vergraven hoogveen geheel gedegrademd. Alleen door de aanleg van een bufferzone en het dichten van de drains is dit hoogveen mooi aan het herstellen. Op zulke locaties geldt dat elke verlaging van de grondwaterstand ongewenst is.