

Realisatie van natuurdoelen als functie van de hydrologie

Grond- en oppervlaktewaterbeheerders dienen tegenwoordig nadrukkelijk rekening te houden met natuurbelangen. Daarvoor moeten ze weten welke hydrologische condities nodig zijn om bepaalde typen natuur te realiseren of te behouden. In dit artikel beschrijven we een methode die is ontwikkeld om de beheerders inzicht te geven in de voorwaarden die nodig zijn om natuurdoelen te realiseren.

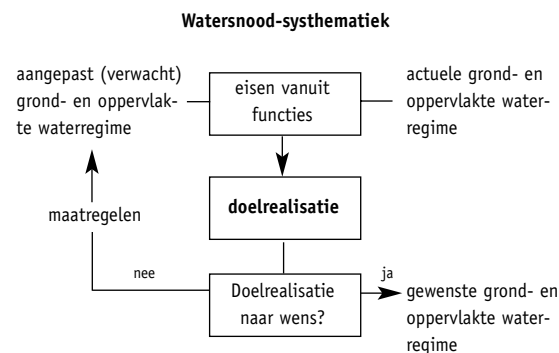
De taken van de regionale waterbeheerders – provincies en waterschappen – zijn de laatste jaren aanzienlijk uitgebreid. Ze moeten meer dan in het verleden rekening houden met de natuur (tegengaan van verdroging), en met het in werking treden van de Wet op de Waterhuishouding in 1989 hebben ze naast de verantwoordelijkheid voor het oppervlaktewater ook de verantwoordelijkheid gekregen voor het grondwaterbeheer. De door de Dienst Landelijk Gebied en de Unie van Waterschappen ingestelde projectgroep ‘Waterlood’ heeft in 1998 een leidraad geschreven hoe waterbeheerders rekening kunnen houden met de invloed van oppervlaktewaterpeilen op de grondwaterstand en met de eisen die natuurbehoud stelt aan de waterhuishouding. In deze ‘Waterlood-benadering’ wordt voor alle functies in een gebied bepaald in hoeverre de doelen met de huidige waterhuishouding kunnen worden gerealiseerd. Bij knelpunten dienen de beheerders vervolgens na te gaan hoe door inrichtingsmaatregelen de waterhuishouding zodanig kan worden veranderd dat meer recht wordt gedaan aan de in het gebied aanwezige functies (figuur 1).

De door de projectgroep beschreven procedure vormt slechts een voorstel voor de te volgen aanpak, die op veel punten nog verder uitgewerkt dient te worden. Een vraag is onder meer op welke manier rekening kan worden gehouden met de eisen die vanuit de natuurdoelstellingen gesteld worden aan de waterhuishouding. In het kader van het STOWA programma ‘Waterlood’ is nagegaan welke eisen terrestrische ecosystemen stellen aan de waterhuishouding, en is een methode ontwikkeld om de mogelijke realisatie van natuurdoelen te bepalen als functie van de hydrologische condities (Runhaar et al., 2002a). In dit arti-

kel zullen de resultaten van het project worden toegelicht en zal worden ingegaan op een aantal vragen die tijdens het onderzoek naar voren kwamen.

Keuze voor een functionele benadering

Bij het formuleren van de hydrologische randvoorwaarden is gekozen voor een functionele benadering. Daarin wordt de mogelijke realisatie van natuurdoelen gezien als een functie van een beperkt aantal hydrologische variabelen waarvan we weten dat ze van invloed zijn op de vegetatie, en het liefst ook h_oe ze van invloed zijn. Deze benadering wijkt af van het oorspronkelijke voorstel van de projectgroep Waterlood om te werken met zogenaamde doelrealisatiekaders waarin voor elke periode van het jaar staat aangegeven binnen welke ranges de grondwaterstanden dienen te blijven. Door de gemiddelde grondwaterstanden per datum te vergelijken met de optimaal geachte grondwaterstanden zou volgens de projectgroep nagegaan kunnen worden in hoeverre de grondwaterstanden voldoen aan de eisen vanuit de betreffende functie. Vooronderstel-



HAN RUNHAAR,
WIEGER
WAMELINK,
STEPHAN
HENNEKENS &
HANS GEHRELS

Dr. J. Runhaar,
Ir G.W.W. Wamelink en
Drs. S.M. Hennekens,
Alterra, postbus 47, 6700
AA Wageningen,
han.runhaar@wur.nl
Dr. J.C. Gehrels,
NITG-TNO, Utrecht.

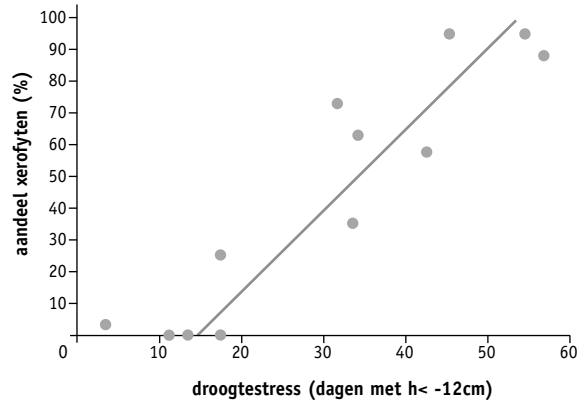
Figuur 1. Vereenvoudigde weergave van de door de projectgroep ‘Waterlood’ (1998) beschreven ‘Waterlood’-systematiek.

Figure 1. ‘Waterlood’ evaluation scheme as used by water boards and regional authorities to determine the optimal water regime (GGOR) given the present or planned land use.

Figuur 2. Verband tussen het bedekkingsaandeel xerofyten en het aantal dagen dat een drukhoogte van -12 m op 12,5 cm diepte in de periode 1980-1987 wordt onderschreden. Uit: Jansen et al. (2000).

Figure 2. Relation between the relative cover of xerofytes and the number of days with a calculated moisture pressure of less than -12 m on a depth of 12.5 cm in the period 1980-1987.

Source: Jansen et al., 2000.



ling was daarbij dat er een eenduidig verband bestaat tussen de gemiddelde grondwaterstand op een bepaalde datum en de mate waarin een functie valt te realiseren. In een eerdere proefstudie in de Leijen (Finke et al., 2001; Runhaar et al., 2002b) bleek een dergelijk eenduidig verband voor de onderzochte functies, landbouw en natuur, niet te bestaan. Daarom is bij de verdere uitwerking van Waterlood besloten om te werken met een beperkt aantal hydrologische stuurvariabelen waarvan wél bekend is op welke wijze ze samenhangen met de realisatie van de gestelde doelen.

Keuze hydrologische stuurvariabelen

De mogelijke realisatie van terrestrische natuurdoelen wordt in onze uitwerking van de Waterlood-methodiek berekend als een functie van de volgende hydrologische variabelen:

- gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG);
- gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG);
- droogtestress;
- kwel;
- overstroming.

In het volgende wordt kort aangegeven waarom we deze variabelen hebben gekozen.

De *gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG)* – de gemiddelde grondwaterstand in de periode maart/april – is bepalend voor de aëratie aan het begin van het groeiseizoen. Op plaatsen met een hoge voorjaarsgrondwaterstand komen voornamelijk hygrofyten voor: soorten die zijn aan-

gepast aan zuurstoftekorten in de bodem door bijvoorbeeld de aanwezigheid van luchtweefsels (biezen, zeggen, riet) en die bestand zijn tegen de voor planten giftige stoffen die ontstaan onder gereduceerde omstandigheden (onder meer waterstofsulfide, tweewaardig ijzer en mangaan). Door Runhaar (1989) en Runhaar et al. (1997) is aangetoond dat er een duidelijk verband bestaat tussen het aandeel hygrofyten in de vegetatie en de GVG.

Binnen vochtige en droge ecosystemen speelt daarnaast ook de vochtvoorziening een belangrijke rol. Door Jansen et al. (2000) en Jansen en Runhaar (2002) wordt aangegeven dat het potentiële aantal dagen met droogtestress een goede voorspeller is voor het al dan niet voorkomen van droogteminnende soorten, ook wel aangeduid als xerofyten (figuur 2). De droogtestress is daarbij gedefinieerd als het gemiddeld aantal dagen dat een kritieke vochtspanning van -12 m (overeenkomend met pF 4.1) in de wortelzone wordt onderschreden, uitgaande van een standaard grasbegroeiing. De droogtestress is afhankelijk van de neerslag, de bodemtextuur en de grondwaterstand. Op zavel, leem en klei is in ons klimaat de vochtvoorziening vanuit het hangwater meestal voldoende voor het overleven van vochtminnende soorten (*mesofyten*), maar op zandgronden is aanvullende vochtvoorziening nodig uit het grondwater via capillaire opstijging. Door Jansen en Runhaar (2001) zijn op basis van modelberekeningen functies opgesteld die het mogelijk maken de droogtestress te berekenen als functie van de gemiddeld laagste grondwaterstand, het bodemtype en de ligging binnen Nederland. Deze functies worden in Waterlood toegepast om vochtleverantie-eisen te vertalen in eisen aan de grondwaterstand.

Zoals hierboven aangegeven is binnen vochtige en droge systemen de *gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG)* indirect van belang als factor die medebepalend is voor de vochtvoorziening. In natte systemen is de laagste grond-

Hydrologische stuurvariabele	van invloed op vegetatieontwikkeling via	is relevant voor	relatie afhankelijk van
GVG	aëratie aan begin van het groeiseizoen	alle systemen	-
GLG	aëratie gedurende het groeiseizoen, afbraak organisch materiaal, droogval	natte, potentieel veenvormende systemen, droogvallende wateren	(bodentype)
droogtestress	- (werkt direct in op vegetatie)	overige, niet veen-vormende systemen	bodemtextuur, neerslagoverschot en grondwaterstand
kwel	zuurbuffering	natte en vochtige, niet zure systemen	kalkgehalte bodem, kwelintensiteit, bicarbonaatgehalte grondwater
overstroming	zuurbuffering, voedselrijkdom	niet-zure systemen	overstromingsduur, slibgehalte, oppervlaktewaterkwaliteit, bemesting

waterstand meer direct van invloed op de vegetatie: de laagste grondwaterstand geeft aan tot hoe ver het grondwater gemiddeld wegzakt, en daarmee hoe lang en tot welke diepte aëratie van de bovengrond optreedt. Aangenomen is dat in potentieel veenvormende systemen als hoogvenen en broekbossen de diepte tot waar de grondwaterstand wegzakt een kritische factor is, omdat deze het evenwicht bepaalt tussen opbouw en afbraak van organisch materiaal. Hier mag de grondwaterstand in de zomer niet te ver weg zakken. Voor sommige pioniervegetaties en graslandvegetaties die voorkomen op zeer natte standplaatsen is juist een vereiste dat de standplaatsen tenminste in de zomer droogvallen.

De aanvoer van bicarbonaatrijk grondwater door kwel is in veel situaties verantwoordelijk voor de zuurbuffering van de bovengrond. Op kalkloze gronden kunnen vegetaties die gebonden zijn aan zwak zure tot basische omstandigheden alleen duurzaam voorkomen als de standplaatsen worden gebufferd door aanvoer van kalkrijk grond- of oppervlaktewater. Overstroming met oppervlaktewater kan tevens leiden tot een verhoogde productiviteit als gevolg van de aanvoer van nutriënten.

Bepaling kritische waarden per vegetatietype

Voor ruim honderd semi-terrestrische en terrestrische vegetatietypen is nagegaan bij welke waarden van de bovengenoemde stuurvariabelen ze voorkomen. Daarvoor is gebruik gemaakt van de NOV-rapporten over de gewenste grondwatersituatie voor terrestrische vegetatietypen van pleistoceen Nederland (Aggenbach et al., 1998) en over de gewenste grondwatersituatie voor terrestrische vegetatietypen van holoceen Nederland (Blokland & Kleijberg,

1997); de indicatorenboekjes KIWA/SBB (Jalink & Jansen, 1995; Jalink, 1996; Aggenbach & Jalink 1998; Aggenbach & Jalink, 1999); de KENNAT-database met vegetatieopnamen en bijbehorende standplaatsgegevens (Sanders et al., 2000) en van Schaminée et al. (1995; 1996; 1998) en Stortelder et al. (1999).

Daarnaast is gebruik gemaakt van schattingen van de hydrologische condities op basis van Ellenberg-indicatie waarden en het aandeel hygroyten en xerofyten in de vegetatie. Daarvoor is gebruik gemaakt van de vegetatieopnamen die in 'De Vegetatie van Nederland' zijn gebruikt om de vegetatietypen te karakteriseren. De onderzoeksgegevens van Runhaar (1989) en Jansen et al. (2000) zijn gebruikt om een kwantitatieve relatie te leggen met respectievelijk de GVG en de droogtestress.

Voor de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand, de gemiddeld laagste grondwaterstand en de droogtestress is op basis van de beschikbare gegevens geschat wat kritische waarden zijn voor het al dan niet voorkomen van de betreffende vegetatietypen. Geschat zijn:

ar: waarde waar beneden het type niet meer kan voorkomen;
br: waarde waarboven het type optimaal voorkomt, dwz. dat de waterhuishouding geen beperking vormt voor

Tabel 1. Overzicht hydrologische stuurvariabelen

Table 1. Overview of hydrological variables relevant for vegetation development

Tabel 2. Omschrijvingen die worden gebruikt om aan te geven in hoeverre een vegetatietype gebonden is aan toevoer van grond- of oppervlaktewater.

Table 2. Qualitative classes used to describe to what extent vegetation types need seepage and/or flooding.

Code	Omschrijving	Code	Omschrijving
10	regenwatergevoed	42	meestal grondwaterafhankelijk, hard grondwater
20	regenwaterlenzen	50	meestal afhankelijk grond- of oppervlaktewater
30	soms grondwaterafhankelijk	60	soms afhankelijk grond- of oppervlaktewater
31	soms grondwaterafhankelijk, zacht grondwater	70	meestal afhankelijk van oppervlaktewateraanvoer
32	soms grondwaterafhankelijk, hard grondwater	80	soms afhankelijk van oppervlaktewateraanvoer
40	meestal grondwaterafhankelijk	90	indifferent
41	meestal grondwaterafhankelijk, zacht grondwater	99	onbekend

Figuur 3. Doelrealisatiefuncties zoals gebruik bij de bepaling van de doelrealisatie voor de terrestrische natuur. a_1 en a_2 zijn grenzen waaronder resp. waarboven het type niet kan voorkomen, b_1 en b_2 zijn waarden waarboven resp. waaronder het type optimaal voorkomt.

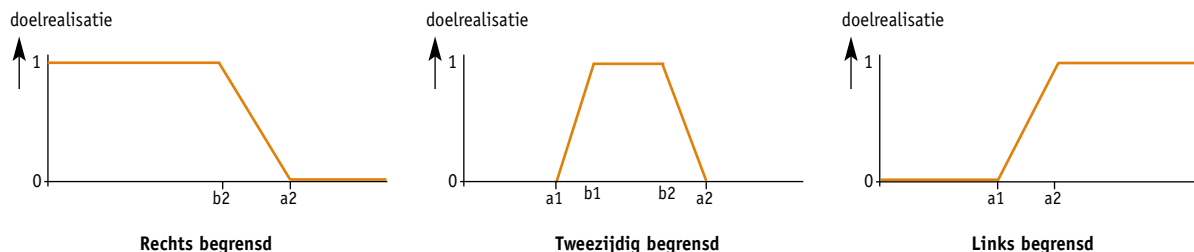


Figure 3. Functions used to calculate the realisation of terrestrial nature targets as a function of hydrological variables. a_1 , a_2 : critical values below, resp. above which the target type cannot be realised. b_1 , b_2 : critical values above, resp. below which the target type can be realised in optimal form

de ontwikkeling of handhaving van het type;
 b_2 : waarde waar beneden het type optimaal voorkomt;
 a_2 : waarde waar boven het type niet meer kan voorkomen.

Bij voldoende gegevens zijn de kritische grenswaarden direct afgeleid uit de metingen. Bij gebruik van de KENNAT-gegevens bijvoorbeeld zijn de buitengrenzen (a_1 en a_2) gelijk gesteld aan respectievelijk de 5 en 95 percentiel van de waarden waarbij het type voorkomt, en zijn de binnengrenzen (b_1 en b_2) gelegd halverwege de buitengrens en de mediane waarde. Van veel vegetatietypen zijn er weinig of geen metingen en kan er alleen worden afgegaan op de indicatiewaarde van de vegetatie. Ook zijn de gegevens soms onderling strijdig. In die gevallen heeft een gemotiveerde beoordeling plaatsgevonden, waarbij is aangegeven aan welke gegevens de meeste waarde is toegekend.

Op basis van de grenswaarden zijn doelrealisatiefuncties opgesteld die aangeven in hoeverre het type bij de be-

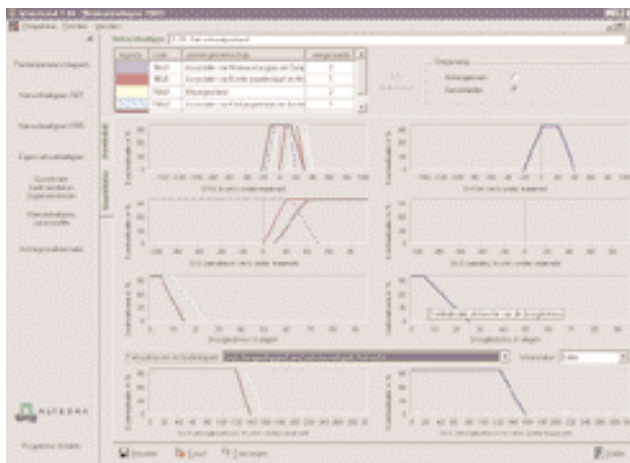
treffende hydrologische condities ontwikkeld of duurzaam behouden kan worden (figuur 3). De doelrealisatie is 0 wanneer het vegetatietype bij de betreffende waarden van de hydrologische variabele niet duurzaam kan voorkomen, en 1 wanneer de hydrologische condities geen beperking vormen voor de ontwikkeling of de duurzame instandhouding van het type. Bij tussengelegen waarden van de hydrologische variabele wordt aangenomen dat de mogelijkheid om het doel te realiseren lineair toe- of afneemt met de waarden van de hydrologische variabele. De functies kunnen tweezijdig begrensd zijn (boven en beneden een bepaalde waarde is type optimaal ontwikkeld), rechtsbegrensd (beneden een bepaalde waarde is type optimaal ontwikkeld), en linksbegrensd (boven een bepaalde waarde is type optimaal ontwikkeld).

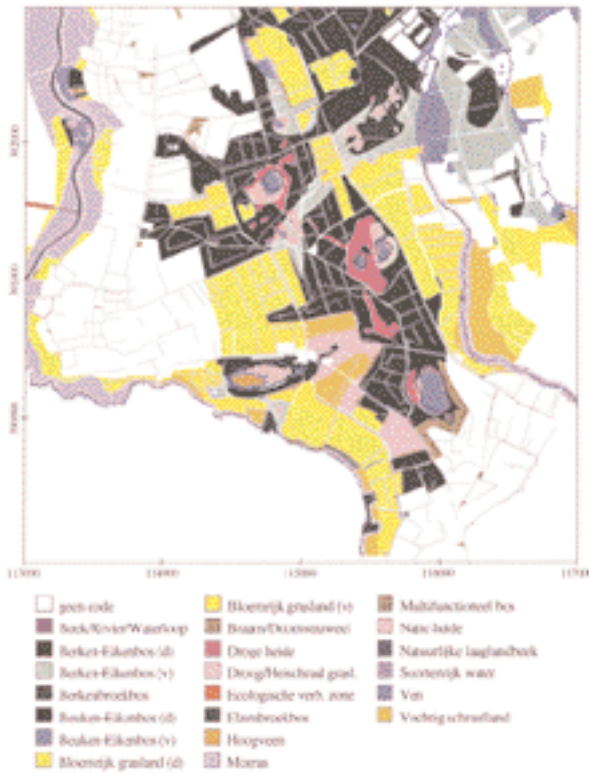
De doelrealisatiefuncties per vegetatietype, en de verantwoording hoe de functies zijn afgeleid uit de onderliggende basisgegevens, zijn te vinden in de applicatie 'Hydrologische Randvoorwaarden Natuur' (Runhaar & Hennekens, 2002; te downloaden via www.synbiosys.alterra.nl/waternood). In deze applicatie wordt ook – afhankelijk van bodemtype en ligging in Nederland – aangegeven welke grondwaterstanden corresponderen met het aantal dagen droogtestress dat in de doelrealisatiefuncties is opgegeven.

Voor kwel en overstroming zijn geen doelrealisatiefuncties opgesteld. Of een vegetatietype wel of niet afhankelijk is van kwel is afhankelijk van zo veel andere factoren (bodemtype, grondwaterkwaliteit, al dan niet optreden van overstromingen) dat het moeilijk is om algemeen geldende kwantitatieve relaties op te stellen. En bij overstroming is nog zo weinig bekend over de onderliggende mechanismen (Sival et al., 2002) dat een kwantificering van de

Figuur 4. Overzicht doelrealisatiefuncties voor natuurdoeltype 3.29 (Nat schraalgrasland). Links doelrealisatiefuncties voor de samenstellende vegetatietypen, rechts resulterende doelrealisatiefuncties voor het natuurdoeltype bij optie 'gemiddelde' (Bron: Runhaar & Hennekens, 2002).

Figure 4. Target realisation functions for the type 'Wet mesotrophic grassland' according to the description of national nature targets by Bal et al. (2001). To the left functions for vegetation types that make part of this target type, to the right aggregated functions for the target type as a whole. Source: Runhaar and Hennekens, 2002.





relaties voorlopig uitgesloten is. Wel wordt kwalitatieve informatie gegeven over de mate waarin een type al dan niet gebonden lijkt te zijn aan toevoer van grond of oppervlaktewater. In tabel 2 is aangegeven welke kwalificaties daarbij worden gebruikt. Ook wordt aanvullende informatie gegeven over de zuurgraad, voedselrijkdom en overstromingstolerantie, afkomstig uit de database 'Abiotische Randvoorwaarden Natuurdoeltypen' (Wameling & Runhaar, 2000).

Bepaling hydrologische voorwaarden per natuurdoeltype

In de praktijk worden de natuurdoelen meestal niet beschreven in termen van vegetatietypen, maar in termen van natuurdoeltypen. Een probleem daarbij is dat er verschillende natuurdoeltype-indelingen bestaan. Naast de oude en nieuwe landelijke indeling (resp. Bal *et al.*, 1995 en 2001) zijn er diverse provinciale natuurdoeltype-indelingen die in meer of mindere mate van de landelijke indelingen afwijken. Bovendien is de omgrenzing van de



Figuur 5. Overzicht natuurdoeltypen Strijbeekse Heide (links) en mate van doelrealisatie als functie van de huidige waterhuishouding (rechts). Huidige waterhuishouding berekend met een hydrologisch model (De Louw 2000). Uit: Runhaar *et al.*, 2002a.

Figure 5. Provincial nature targets in the area of the Strijbeekse Heide (left) and the extent to which these nature targets can be realised with actual hydrological conditions a calculated by De Louw, 2000. Source: Runhaar *et al.* 2002a.

provinciale typen niet altijd even helder en treden er regelmatig verschuivingen op in de inhoud en omgrenzing van de typen. Het is daarom niet mogelijk om voor alle natuurdoeltypen een overzicht te geven van de hydrologische voorwaarden.

In plaats daarvan is in de hierboven genoemde Waterlood-applicatie 'Hydrologische Randvoorwaarden Natuur' de mogelijkheid ingebouwd om de doelrealisatiefuncties per natuurdoeltype af te leiden uit de samenstellende vegetatietypen. De gebruiker dient op te geven uit welke vegetatietypen een doeltype bestaat, en de applicatie berekent vervolgens de doelrealisatiefuncties. Voorwaarde is wel dat doeltypen eenduidig zijn omschreven in termen van vegetatietypen uit 'De Vegetatie van Nederland' (Schaminée *et al.*, 1995; 1996; 1998; Stortelder *et al.*, 1999). Voor de oude en nieuwe landelijke natuurdoeltypen is in de applicatie al ingevuld uit welke vegetatietypen ze bestaan.

Op basis van de doelrealisatiefuncties van de samenstellende vegetaties worden in de applicatie de functies per natuurdoeltype berekend. Daarbij kan gekozen worden voor een ruime omgrenzing ('buitengrenzen', het natuurdoeltype is optimaal ontwikkeld als ten minste één van de typen optimaal ontwikkeld kan worden) of een smallere omgrenzing ('gemiddelden', het type is optimaal ontwikkeld als tenminste een redelijk deel van de vegetaties ontwikkeld kan worden).



Figuur 4 laat voor het natuurdoeltype 'Nat schraalgrasland' (uit: Bal et al., 2001) zien wat de doelrealisatiefuncties zijn van de samenstellende vegetatietypen en welke functies daaruit zijn afgeleid voor het doeltype wanneer wordt gekozen voor de optie 'gemiddeld'. Bij het betreffende natuurdoeltype worden geen directe eisen gesteld aan de GLG, omdat slechts een beperkt deel van de samenstellende vegetatietypen directe GLG-eisen stelt en deze eisen bovendien onderling deels strijdig zijn (bij de associatie van Moerasstruisgras en Zompzegge mag de GLG niet meer dan enkele decimeters wegzakken terwijl bij twee andere associaties de GLG juist minimaal enkele decimeters onder maaiveld dient te liggen). Wel stellen, wanneer met de weegwaarden rekening wordt gehouden, 2/3 van de associaties maximeisen aan de droogtestress. Als eis voor de realisatie van het natuurdoeltype is daarom gesteld dat het gemiddelde aantal dagen droogtestress maximaal 25 mag bedragen, wat bij het gekozen bodemtype (zwak lemig matig grof zand met een matig dik humusdek) overeenkomt met een GLG van maximaal 160 cm onder maaiveld. In Runhaar et al. (2002a) wordt beschreven welke algoritmes worden gebruikt bij de afleiding van de functies per doeltype.

De mate waarin de doeltypen afhankelijk zijn van kwel is met de applicatie niet standaard te bepalen omdat dit sterk afhankelijk is van lokale omstandigheden (grondwatertype, kalkrijkdom bodem, bemestingsgeschiedenis, wel of niet optreden van overstromingen). Voor kwel dient de gebruiker daarom zelf op basis van de beschrijving van de natuurdoeltypen, de lokale omstandigheden en de in de database opgenomen informatie over de herkomst van water en zuurgraad te bepalen in hoeverre het type in zijn gebied wel of niet kwelafhankelijk is. Ook voor overstroming dient de gebruiker zelf in te schatten of een type in zijn gebied wel of niet gebonden is aan overstroming.

Bepaling doelrealisatie

Met behulp van de doelrealisatiefuncties kan per hydrologische stuurvariabele worden berekend wat de mate van doelrealisatie is. De uiteindelijke doelrealisatie wordt berekend door de doelrealisaties per hydrologische stuurvariabele met elkaar te vermenigvuldigen. Als bijvoorbeeld de doelrealisatie op basis van de GVG 0,6 is en de doelrealisatie op basis van de droogtestress 0,5, dan is de resulterende doelrealisatie 0,3. Hierbij wordt aangenomen dat de variabelen onderling onafhankelijk van elkaar inwerken op de vegetatie en dat ze allemaal noodzakelijk zijn voor de realisatie van het doel.

Voor voorjaarsgrondwaterstand, vochtvoorziening en kwel is dat inderdaad aannemelijk. Bij typische kwelafhankelijke vegetaties bijvoorbeeld moet de grondwaterstand in het voorjaar dicht bij maaiveld staan (de vegetatie bestaat voornamelijk uit hygropyten), mogen er in de zomer geen ernstige vochttekorten optreden (leidt tot verdwijnen verdrogingsgevoelige hygropyten en mesofyten) en moet er netto aanvoer van grondwater plaatsvinden (noodzakelijk voor de buffering van de bodem). Voor een goede ontwikkeling van het type dient aan al deze voorwaarden gelijktijdig te worden volstaan.

Bij potentieel veenvormende systemen ontstaat echter het gevaar op dubbeltellingen als eisen worden gesteld aan zowel de GLG als aan de vochtleverantie, omdat een lage GLG vaak samen gaat met een slechte vochtvoorziening. Daarom worden óf wel directe eisen gesteld aan de GLG (bij potentieel veenvormende natte systemen), óf wel indirecte eisen via de vochtvoorziening (overige systemen). In het laatste geval zijn de GLG-eisen mede afhankelijk van de bodemtextuur.

Toepassing in voorbeeldgebieden

Om de methode te testen is gebruik gemaakt van twee voorbeeldgebieden in respectievelijk laag- en hoog-Nederland,



te weten Reewijk en de Strijbeekse Heide. Het voornaamste doel van de uitwerking in de voorbeeldgebieden was om na te gaan of de methode toegepast kan worden met gegevens zoals die normaliter bij de waterschappen voorhanden zijn. De proefgebieden zijn daarnaast ook gebruikt om ervaring op te doen met de afweging tussen functies en een methode te ontwerpen voor deze functieafweging (Gehrels *et al.*, 2002; Gehrels, 2003). Behalve aan de realisatie van terrestrische natuurdoelen is in de voorbeeldgebieden ook aandacht besteed aan de realisatie van aquatische doelen. Dit deel van de studie had een meer verkennend karakter en was vooral bedoeld om na te gaan of voor aquatische doelen een soortgelijke benadering mogelijk is als hiervoor beschreven voor terrestrische natuurdoelen.

Voor het gebied Strijbeekse Heide is in figuur 5 aangegeven wat bij de huidige grondwatersituatie de mogelijkheid is voor de realisatie van provinciale doelstellingen. Te zien is dat de mate van doelrealisatie overwegend laag is bij verdrogingsgevoelige natuurdoelen als natte schraalgraslanden en broekbossen, en hoog bij grondwateronafhankelijke doelen als droge heide en multifunctioneel bos.

In het proefgebied Reewijk is het beeld meer afwisselend. Op een aantal plekken is de grondwaterstand te laag voor de realisatie van natte doeltypen. En door het ontbreken van kwel en overstroming vindt geen zuurbuffering plaats die nodig is om basenminnende vegetaties als dotterbloemhoilanden te handhaven of te ontwikkelen. Grootste probleem in het gebied is echter de kwaliteit van het oppervlaktewater. Het gehalte aan voedingsstoffen is zo hoog dat vrijwel nergens wordt voldaan aan de eisen die vanuit ecologische doelstellingen geformuleerd zijn voor de waterkwaliteit van plassen en sloten.

Uitwerking in Waternoodinstrumentarium

De in de proefgebieden ontwikkelde methode voor de bepaling van de mogelijke realisatie van terrestrische natuur-

doelen is ingebouwd in het zogenaamde 'Waternood-instrumentarium' dat in opdracht van de STOWA is ontwikkeld om Waternood toepasbaar te maken voor waterschappen en provincies (Van Bakel *et al.*, 2002). Om met dit instrumentarium de doelrealisatie te kunnen bepalen dienen GIS-bestanden voorhanden te zijn met de grondwaterstanden in de huidige en verwachte situatie, de ligging van kwelgebieden in de huidige of verwachte situatie, de geplande natuurdoeltypen en het bodemtype.

Met behulp van de eerder genoemde applicatie 'Hydrologische Randvoorwaarden Natuur' kan de gebruiker doelrealisatiefuncties berekenen voor de op de natuurdoeltypenkaart aangegeven natuurdoelen. Deze kunnen vervolgens worden geïmporteerd in het Waternood-instrumentarium. Met overstroming wordt in het Waternood-instrumentarium geen rekening gehouden omdat nog verre van duidelijk is op welke manier overstromingen van invloed zijn op de realisatiemogelijkheden voor natuurdoeltypen.

Discussie **Empirische onderbouwing**

In hoeverre een functionele benadering mogelijk is, is mede afhankelijk van de kennis over onderliggende relaties. De in deze studie gebruikte relatie tussen soortensamenstelling van de vegetatie en de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand is gebaseerd op een groot aantal waarnemingen en sluit goed aan op wat bekend is over de fysiologische processen die een rol spelen bij aëratie, reductieprocessen en plantengroei (Witte & Runhaar, 2002). De relatie met de droogtestress sluit ook goed aan bij wat bekend is over de relatie plantengroei-vochtvoorziening. Probleem is echter dat in het geval van natuurlijke vegetaties er nauwelijks meetgegevens zijn op basis waarvan de relaties kunnen worden gekwantificeerd. Vochtmetingen zijn er nauwelijks. En gegevens over bodemtextuur en drainage, die nodig zijn om de vochtleverantie te berekenen als functie



van de grondwaterstand en het neerslagoverschot, ontbreken meestal. Daarom zijn de kritische droogtestresswaarden vrijwel geheel afgeleid uit de vegetatiesamenstelling en de relatie tussen het aandeel *xerofyten* en de droogtestress (figuur 2). Een verdere beperking is dat het eerder genoemde onderzoek door Jansen *et al.* (2000) zich alleen richtte op vochtige en droge systemen. Daardoor is onvoldoende bekend of in ons klimaat de vochtvoorziening ook een rol speelt in natte systemen, en zo ja, wat daarbij kritische vochtgrenzen zijn en welke soorten het meest gevoelig zijn. Bij voedselarme veenvormende systemen (hoogveen) is wel duidelijk dat droogtegevoeligheid van de niet-wortelende veenmossen een belangrijke rol speelt, en dat een ondiepe GLG een voorwaarde is voor actieve veenvorming (Streefkerk & Casparie, 1987). De rol die de laagste grondwaterstand speelt in voedselrijke veenvormende systemen is echter minder duidelijk. Mogelijk dat hier vooral de afbraak van organisch materiaal een beperkende factor is, omdat deze leidt tot eutrofiering en verzuuring van de vegetatie. Maar het is mogelijk dat ook andere mechanismen hier een rol spelen.

Bij kwel en overstroming speelt het probleem dat wel redelijk bekend is welke eisen natuurdoelen stellen aan zuurgraad en voedselrijkdom, maar niet goed is aan te geven hoe zuurgraad en voedselrijkdom samenhangen met kwel en overstroming.

Een formele toetsing van de methode, bijvoorbeeld door voor de huidige hydrologische omstandigheden na te gaan of het feitelijk voorkomen van vegetaties correspondeert met de voorspelde doelrealisatie, heeft nog niet plaatsgevonden. Als gevolg daarvan is niet aan te geven hoe betrouwbaar de voorspellingen zijn. Alvorens de methode verder uit te werken zou een dergelijke toetsing wel gewenst zijn.

Toepassing in het waterbeheer

In hoog Nederland is de methode goed toepasbaar, zoals blijkt uit ervaringen in de Strijbeekse Heide en De Leijen. Voorwaarde voor toepassing is wel dat er voldoende nauwkeurige gegevens over hydrologie zijn en dat de natuurdoelen voldoende nauwkeurig gespecificeerd zijn om sturend te zijn voor de hydrologie.

Om het Waternood-instrumentarium te kunnen toepassen dient de beheerder te beschikken over voldoende gedetailleerde grondwaterkaarten of grondwatermodellen. De bestaande grondwatertrappenkaarten zijn meestal sterk verouderd en daarmee ongeschikt voor dit doel. Door LNV is in verband met de mestwetgeving aan Alterra opdracht gegeven om nieuwe grondwaterkaarten te maken. Deze zogenaamde grondwaterdynamiek-kaarten komen binnen een jaar beschikbaar voor heel hoog-Nederland. Vraag is echter of de waarnemingsdichtheid (1 punt per 100 ha) wel voldoende is om een betrouwbaar beeld te geven van de grondwaterstanden in natuurgebieden. Daarvoor zijn mogelijk aanvullende waarnemingen nodig. Bovendien kan niet worden volstaan met een overzicht van de huidige grondwaterstanden. Ook moet aangegeven kunnen worden wat de grondwaterstanden zullen worden na ingrijpen. Daarvoor zal in veel gevallen een hydrologisch model nodig zijn. Dat betekent dat waterschappen aanzienlijke investeringen zullen moeten doen om hun rol als grondwaterbeheerder waar te kunnen maken.

Voorwaarde voor de toepassing van Waternood is verder dat de functie-eisen eenduidig omschreven zijn. Een vraag is of de door de provincie toegekende natuurdoelen qua schaal (1:50.000) en aantal legenda-eenheden wel voldoende gedetailleerd zijn om sturend te kunnen zijn voor de waterhuishouding. Binnen percelen die staan aangeduid met één natuurdoeltype kan aanzienlijke variatie bestaan in maaiveld, en daarmee samenhangend in relatieve grondwaterstand en vegetatie. Bovendien zijn de typen



vaak zeer ruim omgrensd ('begeleid-natuurlijke eenheid', 'multifunctioneel bos', 'bloemrijk grasland') en daarmee weinig richtinggevend voor de waterhuishouding.

Het detailleren van de natuurdoeltypenkaart biedt slechts in beperkte mate een oplossing voor bovengenoemde problemen. Daarvoor is de ruimtelijke variatie binnen natuurgebieden te groot. Een andere strategie is om, zoals de provincie Gelderland dat doet (GS provincie Gelderland, 2000), per gebied aan te geven naar welke natuurdoeltypen er gestreefd wordt en welk oppervlakte er per natuurdoeltype bij benadering gerealiseerd dient te worden. Dat biedt de mogelijkheid de natuurdoelen qua inhoud te detailleren en eenduidiger te maken ten aanzien van de hydrologische eisen, zonder dat dit leidt tot onmogelijke eisen aan de ruimtelijke gedetailleerdheid van de natuurdoelkaarten. Hiervoor is wel een aanpassing van het Waterlood-instrumentarium nodig, omdat het met het huidige instrumentarium niet mogelijk is om de doelrealisatie te berekenen voor vlakken met meer dan één natuurdoel. Door Hoogland et al. (2001) worden een aantal methoden beschreven die gebruikt kunnen worden om in dergelijke situaties de doelrealisatie te berekenen. Door Jansen et al. (2002) is één van deze benaderingen gebruikt om de doelrealisatie voor de natuur in het gebied Lochem-Vorden te bepalen.

In laag-Nederland is het Waterlood-instrumentarium, wat de natuur betreft, slechts beperkt toepasbaar. Hier spelen vooral problemen met de oppervlaktewaterkwaliteit en zijn het de aquatische systemen die het meest worden beïnvloed. In het huidige Waterlood-instrumentarium zijn nog geen doelrealisatiefuncties uitgewerkt voor aquatische natuurdoelen. Bovendien is het lastig om veranderingen in de doelrealisatie als gevolg van ingrepen te voorspellen. Daarvoor is het nodig om de veranderingen in de oppervlaktewaterkwaliteit te kunnen bepalen. Een vraag is of het met het huidige fysisch-chemische modelinstrumentarium

mogelijk is om de veranderingen in waterkwaliteit te voorspellen met voldoende nauwkeurigheid om een afweging met andere belangen mogelijk te maken.

Inmiddels zijn het Waterlood-instrumentarium en de bijbehorende applicatie 'Hydrologische Randvoorwaarden Natuur' breed verspreid onder waterbeheerders en zullen ze naar verwachting veel worden toegepast voor de bepaling van het gewenste grond- en oppervlaktewaterregime. Een kritische interpretatie van de uitkomsten op basis van gebiedskennis blijft daarbij gewenst. Nagegaan dient te worden of de informatie over hydrologie en de natuurdoelen wel voldoende gedetailleerd zijn om op perceelsniveau uitspraken te kunnen doen. Daarbij moet er rekening mee worden gehouden dat de huidige natuurdoeltypenkaarten meestal niet zijn gemaakt met als doel er de optimale grondwaterstanden uit af te leiden. Een bijstelling en detaillering van de natuurdoelen zal daarom vaak een noodzakelijke eerste stap zijn in de bepaling van het gewenste grondwaterregime.

Conclusies

Met de methode die is ontwikkeld om de doelrealisatie voor terrestrische natuur te bepalen is een belangrijke bijdrage geleverd aan de ontwikkeling van het Waterlood-instrumentarium. Met de hier beschreven methode is het mogelijk om in de afweging van belangen op een evenwichtige manier rekening te houden met de eisen die vanuit de functie natuur worden gesteld aan de waterhuishouding.

Hoewel het onderzoek een toepassingsgericht karakter had, komen uit het onderzoek vragen naar voren die ook wetenschappelijk interessant zijn. Traditioneel is het onderzoek naar de relatie tussen grondwaterstanden en vegetatie vooral beschrijvend van aard; in de vorm van tijdstijghoogtereeksen of durlijnen wordt aangegeven wat

het grondwaterstandsverloop is op standplaatsen waar een bepaalde vegetatie voorkomt (Tuxen, 1954; Niemann 1964). Vanwege de vragen die de waterbeheerders stellen zijn onderzoekers nu gedwongen na te denken over de

vraag op welke manier de grondwaterstand doorwerkt op de vegetatie. Daarmee vormt Waternood een stimulans voor verder onderzoek naar de causale relaties tussen water en vegetatie.

Summary

Realisation of nature targets as a function of hydrology

Han Runhaar, Wieger Wamelink,
Stephan Hennekens & Hans Gehrels

water management, vegetation
Landschap 20 (2003)

Water management in the rural parts of the Netherlands has long been focused on creating optimal conditions for agricultural production. The last decades there has been a growing awareness that this one-sided attention on agriculture may lead to averse effects in nature areas. As a result, water managers are now asked to explicitly take into account the interests of nature conservation.

This raises the question what hydrological conditions are necessary to maintain or develop certain types of nature. In this study, we identified what we consider to be the most important variables that determine the development of terrestrial vegetations. Mean spring groundwater level, mean lowest groundwater level, moisture supply and the occurrence of seepage or infiltration of groundwater are argued to be the most relevant hydrological variables. For the most relevant vegetation types in the Netherlands we indicated at which ranges of these variables the vegetations involved can be optimally realised, or cannot be realised at all. These data can be used by water managers to determine to which extent nature targets can be realised as a function of current or predicted hydrological conditions.

Literatuur

Aggenbach, C.J.S., M.H. Jalink, A.J.M. Jansen & W. van Boschinga, 1998. De gewenste grondwatersituatie voor terrestrische vegetatietypen van pleistoceen Nederland. NOV-rapport 3.1. KIWA, Nieuwegein.

Aggenbach, C.J.S. & M.H. Jalink, 1998. Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring. Deel 4, hoogvenen. Staatsbosbeheer, Driebergen.

Aggenbach, C.J.S. & M.H. Jalink, 1999. Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring. Deel 8, duinen. Staatsbosbeheer, Driebergen.

Bakel, P.J.T. van, M.A. Bastiaanssen, C. Drost, J. van der Gaast & A. ter Harmsel, 2002. Instrumentarium Waternood. Handleiding versie 1.0. Waternoodrapport 2. STOWA, Utrecht, rapport 2002-35.

Bal, D., H.M. Beije, Y.R. Hoozeveld, S.R.J. Jansen & P.J. Van der Reest, 1995. Handboek natuurdoeltypen in Nederland. Wageningen, IKC-rapport 11.

Bal, D., H.M. Beije, M. Fellingner, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal & F.J. van Zadelhoff, 2001. Handboek Natuurdoeltypen. Wageningen, Expertisecentrum LNV.

Blokland, K.A. & R.J.M. Kleijberg, 1997. De gewenste grondwatersituatie voor terrestrische natuurdoelen. Holoceen Nederland. NOV-rapport 3.2. STOWA, Utrecht.

De Louw, P.G.B., R.J. Stuurman & G. Van Wirdum, 2000. Ecohydrologische systeemanalyse van de Strijbeekse Heide; bestrijding van verdroging vennen en beekdal. TNO-rapport NITG 00-212-B, Delft, 158 pp.
Finke, P.A., W.P.C. Zeeman, G. Schouten, J. Runhaar, P. van der Molen,

- W. van der Meer, J.J. de Gruijter, M.F.P. Bierkens, P.J.T. van Bakel & J. Hoeks (= Projectgroep Waterlood De Leijen), 2001.** Beter werken met Waterlood. Een proeftoepassing in herinrichtingsgebied De Leijen. Rapport 267. Alterra, Wageningen.
- Gehrels, J.C., J. Runhaar, G. van der Lee, W. van der Linden & P.G.B. de Louw, 2002.** Functiefweging op basis van doelrealisatie en waardering. Waterlood-rapport deel 8. STOWA, Utrecht, rapport 2002-31.
- Gehrels, J.C., 2003 (in prep).** Functiefweging op basis van doelrealisatie en waardering. Stromingen.
- GS provincie Gelderland, 2000.** De Gelderse natuurdoelenkaart. Kaarten, toelichtende notitie en bijlagen. Provincie Gelderland, Arnhem.
- Hoogland T., J Runhaar & M.F.P. Bierkens, 2001.** DOENAT: Een applicatie voor de allocatie van natuurdoeltypen en berekening van de doelrealisatie. Rapport 400. Alterra, Wageningen.
- IWACO, 2000.** Gewenste grond- en oppervlaktewaterregime in Flevoland, pilotgebied Knardijk. Eindrapportage.
- Janlink, M.H., 1996.** Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring. Deel 3, laagveenmoerassen. Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Janlink, M.H. & A.J.M. Jansen, 1995.** Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring. Deel 2, beekdalgemeenschappen. Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Jansen, P.C., J. Runhaar, J.P.M.Witte & J.C. van Dam, 2000.** Vochtindicatie van grasvegetaties in relatie tot de vochttoestand van de bodem. Alterra-rapport 57. Alterra, Wageningen.
- Jansen, P.C. & J. Runhaar, 2001.** Droogtestress als functie van grondwaterstand en bodemtype, Rapport 367, Alterra, Wageningen.
- Jansen, P.C., J. Runhaar, T. Hoogland & F. de Vries, 2002.** Optimalisatie van de waterhuishouding voor natuur in het gebied Lochem-Vorden. Rapport 479. Alterra, Wageningen.
- Jansen, P.C & J. Runhaar, 2002.** Droogtestress als ecologische maat voor de vochttoestand. Stromingen 8: 31-39.
- Niemann, E., 1963.** Beziehungen zwischen Vegetation und Grundwasser. Arch. Naturschutz und Landschaftsforschung 3: 3-36.
- Projectgroep Waterlood, 1998.** Grondwater als leidraad voor het oppervlaktewater. DLG-publicatie 1998/2. DLG, Utrecht.
- Runhaar, J., 1989.** Toetsing ecotopensysteem: Relatie tussen de vochtindicatie van de vegetatie en grondwaterstanden. Landschap 6: 129-146
- Runhaar, J., J.P.M. Witte & P.H. Verburg, 1997.** Ground-water level, moisture supply, and vegetation in The Netherlands. Wetlands 17: 528-538.
- Runhaar J., J.C. Gehrels, G. van der Lee, S.M. Hennekens, W. Wamelink, W. van der Linden & P.G.B. van der Louw, 2002a.** Doelrealisatie natuur. Waterlood-rapport deel 5. STOWA, Utrecht, rapport 2002-26.
- Runhaar, J., P.J.T. van Bakel, M.F.P. Bierkens & P.A. Finke, 2002b.** Werken met Waterlood. Proeftoepassing in het gebied De Leijen. Stromingen 8:15-31.
- Runhaar J. & S.M. Hennekens, 2002.** Hydrologische randvoorwaarden natuur. Gebruikershandleiding bij de applicatie 'Hydrologische Randvoorwaarden Natuur'. Alterra, Wageningen, beschikbaar via website 'www.synbiosys.alterra.nl\waterlood'.
- Sanders, M.E., H.F. van Dobben, B.W. Raterman, J. Kros & C.M.A. Hendriks, 2000.** Op weg naar een kennisstelsel natuurgerichte randvoorwaarden. Rapport 148. Alterra, Wageningen.
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff, 1995.** De vegetatie van Nederland. Deel 2: Wateren, moerassen en natte heiden. Opulus Press, Uppsala/Leiden.
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & E.J. Weeda, 1996.** De vegetatie van Nederland. Deel 3: Graslanden, zomen en droge heiden. Opulus Press, Uppsala/Leiden.
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff, 1998.** De vegetatie van Nederland. Deel 4: Kust en binnenlandse pioniermilieus. Opulus Press, Uppsala/Leiden.
- Sival, F.P., P.C. Jansen, B.S.J. Nijhof & A.H. Heidema, 2002.** Overstroming en vegetatie. Literatuurstudie over de effecten van overstroming op voedselrijkdom en zuurgraad. Alterra-rapport 335. Alterra, Wageningen.
- Streefkerk, J.G. & W.A. Casparie, 1987.** De hydrologie van hoogveen-systemen. Uitgangspunten voor het beheer. Staatsbosbeheer, Utrecht.
- Stortelder, A.H.F., J.H.J. Schaminée & P.W.F.M. Hommel, 1999.** De vegetatie van Nederland. Deel 5: Ruigten, struwelen en bossen. Opulus Press, Uppsala/Leiden.
- Tüxen, R., 1954.** Pflanzengesellschaften und Grundwasser-Ganglinien. Angewandte Pflanzensoziologie. Stolzenau/Weser, 8: 64-97.
- Wamelink, G.W.W. & J. Runhaar, 2000.** Abiotische randvoorwaarden voor natuurdoeltypen. Rapport 181. Alterra, Wageningen.
- Planten als indicatoren voor water.** Stromingen 6: 5-21.