



Figuur 1. Ligging Natura 2000-gebieden “Voornes Duin” en “Duinen Goeree & Kwade Hoek” en de daarbinnen gebruikte monsterlocaties.

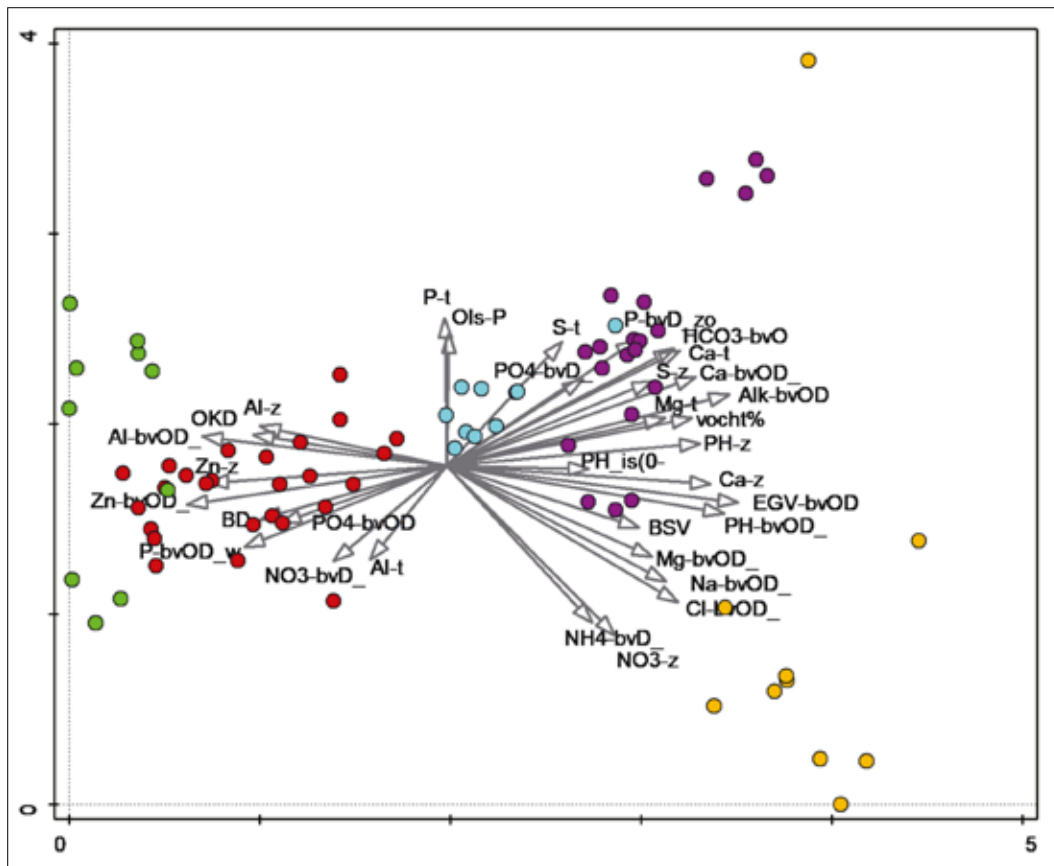
Naar een sober en doelmatig meetnet bodem- en grondwaterkwaliteit voor grondwaterafhankelijke natuur in duingebieden

In het kader van Natura 2000 moeten provincies de toestand en de trend van de habitattypen in Natura 2000-gebieden monitoren. Daarnaast moeten zij vanwege de Kaderrichtlijn Water de invloed van grondwater op van grondwater afhankelijke terrestrische ecosystemen in beeld brengen. De provincies hebben een opzet gemaakt om deze monitoringsverplichtingen in samenhang uit te voeren. De provincie Zuid-Holland heeft deze werkwijze uitgetoetst in “Voornes Duin” en “Duinen Goeree & Kwade Hoek”, twee Natura 2000-gebieden. De pilot had als doel na te gaan of een dergelijke benadering leidt tot voldoende betrouwbare relaties tussen een aantal grondwateraspecten en de betreffende habitattypen. Ook is nagegaan in hoeverre een dergelijke benadering praktisch toepasbaar is.

— B.J.H.M. Possen (Royal HaskoningDHV), J.M.H. van Diggelen (B-WARE), J. Groenendijk (Royal HaskoningDHV), J. Meijles (Provincie Zuid-Holland), T. van den Broek (Royal HaskoningDHV)

> In het project “Pilot nulmeting GxG Voornes Duin en Westduinen” is provincie Zuid-Holland op zoek gegaan naar een optimale invulling van haar monitoringsverplichting voor de relatie tussen grondwaterafhankelijke habitattypen en grondwaterstanden en (bodem- en) grondwaterkwaliteitsparameters (figuur 1). In de pilot is naar zes habitattypen gekeken: Heischrale Grijze duinen (H2130C), Vochtige duinbossen (H2180B), Duinplassen (H2190A), Kalkrijke (H2190B) en Ontkalkte vochtige duinvalleien (H2190C) en Duinmoerassen (H2190D).

Allereerst is de actuele toestand van deze grondwaterafhankelijke habitattypen in beide gebieden vastgelegd (t=0). Daarna is onderzocht welke set parameters het meest relevant is voor het volgen



Figuur 2 DCA-diagram voor de geselecteerde parameters in relatie tot de meetpunten. De kleur geeft aan in hoeverre deze tot een habitatype gerekend worden (●: H2190C/H2130C, ●: H2130C/H2190B, ●: H2190B, ●: H2190D, ●: H2130D). H2190A is als groep buiten beschouwing gelaten. Het diagram is als volgt te lezen: pijlen in de (globale) richting van een van de assen, zijn bepalend voor de betreffende as en liggen ten grondslag aan de verdeling van groepen over die as. De pijlen geven een gradiënt weer, een verband. Hoe langer de pijl, hoe sterker het verband. De waarde van de parameter voor de betreffende as neemt toe in de richting van de pijl. De lengte van de assen wordt bepaald door de lengte van de berekende gradiënten. Gebruikte afkortingen zijn niet apart weergegeven, maar komen waar relevant aan de orde in de begeleidende tekst.

van de standplaatskwaliteit en welke bemonsteringsfrequentie minimaal nodig is. Ook is bepaald wat het minimum aantal monsterpunten is waarmee een sober maar doelmatig meetnet kan worden ingericht voor zowel de toestand- als de trendbepaling van grondwaterafhankelijke habitatypes. Deze informatie is vervolgens vertaald naar handvatten voor de inrichting van een meetnet en meetprogramma voor de toestands- en trendbepaling van grondwaterafhankelijke habitatypes buiten de duinen.

Wat te meten?

In de pilot hebben we voor elk van de 82 monsterlocaties 24 parameters gekozen die verband houden met de trofiegraad en basentoestand van de bodem (bodemchemie), trofiegraad en basentoestand van het grond- en oppervlaktewater (hydrochemie) en de chemische samenstelling van de vegetatie (tabel 1). Daar waar die op basis van literatuur beschikbaar waren, hebben we zogenoemde optimale bereiken voor de habitatypes bepaald, om na te gaan in hoeverre de abiotische uitgangssituatie in het veld passen bij de nagestreefde habitatypes. Kanttekening daarbij is dat deze optimale bereiken vaak berus-

ten op een beperkt aantal waarnemingen (en in geval van habitatypes ook op een selectie van kwalificerende vegetatietypen), waarbij vooral de invloed van grondslag en kwel nauwelijks zijn meegewogen.

Uitgezonderd Duinplassen (H2190A), is op elke monsterlocatie op 1-10 cm en op 90-100 cm diepte poriewater verzameld met behulp van rhizons. Dit zijn poreuze staafjes die in de bodem worden gestoken. Ook is op een diepte van 0-5 centimeter, Duinplassen (H2190A) weer uitgezonderd, bodemmateriaal verzameld. Hierbij is telkens ook een vast volume bodem verzameld om het massavolume te kunnen bepalen. Gegevens over de chemische samenstelling van de vegetatie zijn verzameld door in een vast oppervlak zoveel mogelijk bovengronds levend plantenweefsel te oogsten. Houtige stengels, stammen en takken zijn niet geoogst. Het gedroogde materiaal is gebruikt voor verdere analyse. Alle chemische analyses zijn uitgevoerd volgens de standaard protocollen van B-Ware en BrightLabs.

Representatief

Allereerst is van belang om vast te stellen dat de bemonsterde vegetaties ook daadwerkelijk

kwalificeren als habitatype in het licht van de Europese Habitatrichtlijn. Dit is gedaan met behulp van het programma TWINSpan, een softwarepakket dat veel wordt gebruikt om vegetatie-opnamen te classificeren. De verkregen ordening van vegetatieopnamen naar habitatype is goed in overeenstemming met de habitatypeskaart (en de situatie in het veld) en rechtvaardigt een koppeling tussen de abiotische toestand in de opnamepunten en de habitatypes, hoewel ook sprake is van overlap. Onder natuurlijke omstandigheden is overlap tussen vegetatietypen eerder regel dan uitzondering. Opvallend is in dit verband dat opnamen toegerekend aan H2190B (Kalkrijke vochtige duinvalleien) en H2130C (Heischrale grijze duinen) vaak voorkomen binnen groeperingen die toe te schrijven zijn aan andere habitatypes. Dit duidt erop dat sprake is van overgangsvormen tussen de habitatypes en daarmee mogelijk op processen van veranderingen in de vegetatiesamenstelling in het veld.

Abiotische kenmerken van de habitatypes

In grote lijnen komt de bodemchemie overeen met wat we voor de bemonsterde habitatypes mogen verwachten. De zuurgraad en de basenverzadiging van de bodem en het grondwater passen bij de nagestreefde vegetaties en doen weinig risico's of actuele problemen vermoeden. De pH-H₂O ligt tussen 4,5 en 7,5. Dat komt overeen met het kernbereik van de nagestreefde habitatypes (tabel 1). Ook zijn alle bemonsterde bodems te classificeren als (zeer) voedselarm, gekenschetst door lage waarden voor totaal-P en Olsen-P. De ontcalcite vochtige duinvalleien hebben met afstand de rijkste bodems, maar de gevonden waarden zijn niet buitensporig hoog. Het grondwater is schoon, hoewel sommige meetpunten verhoogde N en P-gehalten laten zien, hetgeen zich uit in relatief brede ranges waarbinnen de helft van de meetpunten gevangen kan worden (tabel 1). Over het algemeen komen de gevonden N:P-ratio's van de bemonsterde vegetatie overeen met N:P-ratio's die Koerselman en Meuleman vonden in andere Nederlandse duinvalleien. De vaak gehanteerde grenswaarden voor de C:P-ratio zijn een maat zijn voor de voedselrijkdom van een standplaats. De C:N-ratio is hierbij van beperkter belang. Overigens zijn deze grenswaarden gedefinieerd voor loofbossen. Het geheel overziend kenmerken de meeste bodems zich door een relatief hoge C:P-ratio, waarmee de trofische toestand van de standplaats in het "matig voedselrijke tot voedselarme" spectrum zit. Dit past bij de steeds lage gehalten totaal en beschikbaar fosfor en stikstof.

Welke variabelen hebben de meeste zeggingskracht

Om inzichtelijk te maken welke variabelen het meestzeggend zijn, hebben we een zogenoemde "unconstrained" Detrended Correspondence Analysis (DCA), uitgevoerd. Deze analyse verklaart op de eerste twee assen 13 procent van de totale door het model verklaarde variatie van bijna 19 procent (tabel 2). De lage percentages zijn niet zorgwekkend. Veldgegevens hebben vaak zeer veel "ruis" door de invloed van niet gemeten, niet

Parameter	Habitattype					
	H2130C	H2180B	H2190A	H2190B	H2190C	H2190D
pH-H2O	5,4-6,21 (5,0-6,5)	6,51 (4,5-7,5)	nvt	6,61 (6,0-7,5)	5,31 (4,5-6,5)	6,51 (4,5-7,5)
Ontkalkingsdiepte (OKD)	5-25 (-)	5-10 (-)	nvt	0-5 (-)	35-65 (-)	0-5 (-)
pHOndiep	5,5-6,3 (-)	7,1-7,4 (-)	nvt	6,9-7,4 (-)	4,7-5,5 (-)	7,1-7,2 (-)
Geleidbaarheid (EGV)	359-552 (-)	774-916 (-)	268-353 (-)	515-827 (-)	92-135 (-)	576-749 (-)
Zuurbuffercapaciteit (alk; mmol/l)	140-164 (-)	194-310 (-)	nvt	320-741 (-)	62-82 (-)	403-762 (-)
P-totaal	4,6-5,4 (-)	1,2-3,6 (-)	nvt	3,7-6,5 (-)	2,8-4,2 (-)	4,7-5,9 (-)
Olsen-P	250-392 (-)	60-186 (-)	nvt	139-219 (-)	466-717 (-)	183-391 (-)
NO3 Ondiep	1,4-13,4 (-)	268-416 (-)	nvt	0,1-1,8 (-)	2,4-3,6 (-)	0,1-1,3 (-)
NH4 Ondiep	6,2-11,5 (-)	2,7-3,8 (-)	nvt	2,5-7,6 (-)	6,3-7,9 (-)	2,1-4,7 (-)
P totaalOndiep	2,3-63,0 (-)	0,9-1,9 (-)	nvt	1,7-5,3 (-)	3,7-12,9 (-)	1,1-2,1 (-)

Parameter	As 1	As 2	As 3	As 4
Eigenwaarde	0,61	0,39	0,26	0,20
Verklaarde variantie (cumulatief)	7,91	12,96	16,35	18,90
Lengte van de gradiënt	4,45	3,91	3,07	2,26

	OKD	pH-veld
pH-z	-0,84	0,87
Ca-z	-0,37	0,23
pH-bvOD_wi	0,55	0,84
alk-bvOD_wi	0,46	0,58
EGV-bvOD_wi	0,52	0,41
Zn-bvOD_wi	-0,41	-0,60

Herkomst parameter	Parameter	Regressie-coëfficiënt
Grondwater	EGV-bvOD_wi	0,59
Grondwater	alk-bvOD_wi	0,57
Grondwater	pH-bvOD_wi	0,56
Bodem	Ca-z	0,54
Grondwater	Zn-bvOD_wi	0,53
Bodem	pH-z	0,51
Grondwater	Ca-bvOD_wi	0,50
Bodem	vocht%	0,50
Grondwater	Al-bvOD_wi	0,50
Bodem	Zn-z	0,49
Bodem	Ca-t	0,47
Grondwater	Cl-bvOD_wi	0,47
Grondwater	HCO ₃ -bvOD_wi	0,46
Grondwater	Na-bvOD_wi	0,45
Bodem	Mg-t	0,44
Grondwater	Mg-bvOD_wi	0,42
Bodem	S-z	0,42
Grondwater	P-bvOD_wi	0,41
Bodem	Mn-z	0,40
Bodem	OKD	0,39
Bodem	BSV	0,39
Grondwater	P-bvD_zo	0,38
Bodem	Al-z	0,38
Bodem	NO ₃ -z	0,34
Grondwater	PO ₄ -bvOD_wi	0,34
Grondwater	NH ₄ -bvD_zo	0,30
Bodem	pH_is(0-20)	0,29
Grondwater	PO ₄ -bvD_zo	0,28
Bodem	Fe-t	0,24
Bodem	S-t	0,23
Grondwater	NO ₃ -bvD_zo	0,23
Bodem	Mg-z	0,21
Grondwater	NH ₄ -bvOD_wi	0,21
Grondwater	NO ₃ -bvOD_wi	0,16
Bodem	Al-t	0,15
Grondwater	CO ₂ -bvOD_wi	0,13
Bodem	P-t	0,01

Tabel 5 Advies bepaling van bodem- en hydrochemische parameters voor terrestrische grondwater-gerelateerde habitattypen (H2130C, H2180B, H2190B, C, D), voor Natura 2000-landschap Duinen

Categorie	Parameter	Toelichting	Frequentie
Bodemmateriaal			1 x per 3 jaar In de droge tijd (mei-augustus)
Basentoestand	pH-H ₂ O	pH-papier, elke 5 cm, tot 25 cm -mv	
	ontkalkingsdiepte	Bruistest 10% HCl, elke 5 cm diepte tot max. 120 cm -mv	
Bodemporiewater (ondiep 0-10cm)			1 x per 3 jaar ondiep: alleen natte tijd (dec-feb; niet bij vorst)
Basentoestand	pH		
	EGV		
	alkaliniteit		
	Ca, Mg, Na, K, SO ₄ , Fe, Mn, Al, Si, Zn, CO ₂ , HCO ₃	opgelost	
Vegetatie	Vegetatie rond meetpunten	relatie leggen tussen verzamelde gegevens en vegetatiesamenstelling	1x per 6 jaar

controleerbare veldomstandigheden. Omdat modellen zoeken naar verbanden tussen de gemeten variabelen, is verklaarbare variatie vanzelf lager is. Figuur 2 laat zien dat op de x-as op grond van de gemeten variabelen een scheiding plaats vindt tussen habitattypen. De minder basenrijke habitattypen (Ontkalkte duinvalleien (H2190C) en Heischrale duingraslanden (H2130C) aan de linkerzijde en de basenrijkere habitattypen (Kalkrijke duinvalleien (H2190B), Vochtige duinbossen (H2180B) en Duinvalleien met hogere moerasplanten (H2190D)) aan de rechterzijde. Op de y-as is een dergelijk verschil minder duidelijk. Deze groepering wordt bepaald door parameters die gemeten worden met behulp van het ondiepe poriewater (x-bvOD_ in figuur 2) en het diepe poriewater in de zomer (x-bvD_ in figuur 2). Met behulp van de regressiecoëfficiënten tussen de abiotische variabelen en de monsterpunten (tabel 3) hebben we gekeken welke variabelen bepalend zijn geweest voor het ontstaan van de groepen in figuur 2. Die variabelen moeten dus in ieder geval onderdeel zijn van een sober en doelmatig meetprogramma. Tabel 3 laat zien dat de belangrijkste parameters vrijwel allemaal samenhangen met de kwaliteit van het ondiepe grondwater in de winter en dus de bodembuftering. Bodem- en vegetatieparameters spelen in veel mindere mate een rol. Dat betekent dat we niet alle 24 gemeten mogelijk relevante parameters hoeven te meten voor een “sober en doelmatig meetnet”. De provincie kan in dit geval volstaan met vijf parameters: de geleidbaarheid (EGV), alkaliniteit (alk) en pH van het ondiepe grondwater en de pH en het calcium-gehalte van de bodem (tabel 4). Een standaard-analysepakket met een groot aantal chemische parameters waarin ten minste alle kationen, pH en EGV aanwezig zijn, is vaak standaard bij de betere laboratoria en is dus voor deze monitoring voldoende. Daarnaast dient in het veld de ontkalkingsdiepte en het diepteverloop van pH-H₂O in de bodem gemeten worden.

De chemische samenstelling van de bovengrondse biomassa van de vegetatie en parameters gerelateerd aan de voedselrijkdom van de bodem hebben hier weinig verklarende waarde voor de kwaliteit van de vegetatie. Deze parameters hoeven dus geen standaard onderdeel te zijn in een monitoringspakket voor grondwaterafhankelijke vegetatietypen in duinen. Kanttekening hierbij is dat hier gemeten is in goed ontwikkelde voorbeelden van de betreffende habitattypen. In suboptimaal ontwikkelde voorbeelden, kan de voedselrijkdom van de bodem wel degelijk van belang zijn. In het kader van de monitoringsverplichting is het verder ook goed om toch inzicht te hebben in de kwaliteit van het diepe grondwater. Elders in het land laat het diepe grondwater bijvoorbeeld steeds vaker sporen van menselijk handelen zien, bijvoorbeeld een hoge sulfaatbelasting.

Hoeveel meetpunten?

De 82 meetpunten in deze twee proefgebieden blijken voldoende om op habitatype-niveau uitspraken te kunnen doen over de (abiotische) toestand van de bodem- en grondwaterkwaliteit van de habitattypen. Dat betekent echter niet dat de gekozen methode om te komen tot een aantal meetpunten, direct toepasbaar is op andere gebieden. Die hebben immers een geheel eigen variatie in bijvoorbeeld bodemsamenstelling, waardoor het aantal monsterpunten groter moet of juist kleiner kan zijn. Om per gebied meer grip te krijgen op de benodigde dichtheid van de monsterlocaties kan gebruik gemaakt worden van twee eenvoudig en snel in het veld te bepalen parameters, die goed correleren met de parameters die van belang zijn voor het meetprogramma (tabel 4). Dit zijn de ontkalkingsdiepte (als benadering voor bodem-pH) en met behulp van pH-papier bepaalde pH-H₂O (als benadering voor EGV, pH en alkaliniteit van het bodemvocht). Door in een Natura 2000-gebied met grondwaterafhankelijke habitattypen op een

groot aantal plekken de ontkalkingsdiepte en pH-H₂O te bepalen, ontstaat inzicht in de ruimtelijke variatie in deze twee parameters. Hoe geringer de variatie, des te minder meetlocaties nodig zijn.

Sober en doelmatig

Gezien de tijdschaal van de KRW-monitoring, de tijdschaal waarop trends in bodem- en hydrochemische processen merkbaar zijn en het streven naar een sober en efficiënt monitoringsprogramma ligt een driejarige cyclus voor de hand (tabel 5). Bij deze frequentie zijn trends goed te onderscheiden en daardoor met behulp van maatregelen nog op tijd bij te sturen.

Ook is het van belang om de vegetatie ter plaatse van de meetpunten (bijvoorbeeld rond de peilbuis) met enige regelmaat te blijven monitoren om een betrouwbare relatie te kunnen blijven leggen tussen de gemeten abiotische bodem- en grondwatervariabelen en de veronderstelde vegetatie ter plaatse. Er kunnen uiteraard veranderingen in de vegetatie optreden. De onderhavige monitoringmethode is er feitelijk op gericht om mogelijke veranderingen in de abiotische factoren/parameters op de veronderstelde vegetatietypen tijdig te kunnen waarnemen, maar ook andere factoren dan de van bodem- of grondwaterkwaliteit kunnen uiteraard van invloed zijn op het voorkomen van bepaalde vegetatietypen in betreffende gebieden. Voor het Subsidiestelsel Natuur en Landschap en Natura 2000 is monitoring van de vegetatie in principe elke twaalf jaar nodig. Maar om de relatie tussen vegetatie en en abiotiek te kunnen beoordelen, is eens in de zes jaar beter zodat ook hier tijdig maatregelen getroffen kunnen worden.<

tom.van.den.broek@rhdhv.com

Dit is een samenvatting van een langer en gedetailleerder artikel. Dit is te vinden op onze website www.vakbladnbl.nl.