

Geen invloed waterwinning op herstelde duinvalleien

Een van de meest biodiverse habitats in Nederland is de vochtige kalkrijke duinvallei (Natura 2000 habitattypen 2190B). Vele ecologische gradiënten en een hoge natuurlijke dynamiek zorgen voor een uitgebalanceerd pallet aan niches en ecologische randvoorwaarden. Doordat de mens op allerlei manieren een stempel in het duingebied heeft gezet, is nog slechts drie tot vijf procent van het originele areaal aan Nederlandse vochtige, kalkrijke duinvalleien aanwezig (Council of the European Communities 1992). Sinds de jaren 90 zijn er echter grootschalige herstelmaatregelen getroffen in veel Nederlandse kustgebieden om de duinvalleien te herstellen. Dit artikel beschrijft het resultaat van 21 jaar herstelmaatregelen in drie valleien in Meijndel met in het bijzonder het succes van de Kikkervalleien.

TEKST: TOM VAN HEUSDEN, HARRIE VAN DER HAGEN EN JOOP SCHAMINÉE



Trefwoorden

Meijndel, Kikkervalleien, herstelmaatregelen, vegetatie, bodem.

Het Hollands duingebied in historisch perspectief

Van de vele door de mens veroorzaakte verstoringen in de vastelandsduinen van Nederland, is wateronttrekking ten behoeve van drinkwatervoorziening een van de meest ingrijpende geweest. Vanaf 1874 begon men in Meijndel

met het kleinschalig onttrekken van water uit de duinen. De populatie van mensen groeide en na een explosieve groei na de Tweede Wereldoorlog moest er dusdanig veel water onttrokken worden, dat de duinvalleien opdroogden. Dit zorgde voor problemen, aangezien inmiddels meer dan een miljoen mensen aangewezen waren

op drinkwater uit de Zuid-Hollandse duinen. Het opdrogen van de duinvalleien was, naast een maatschappelijk probleem, zeker ook een ecologische ramp; het systeem is afhankelijk van kalkrijke kwel die compleet wegviel (van Dijk & Grootjans 1993). Als oplossing voor het tekort besloten de duinwaterleidingbedrijven gebiedsvreemd water in de duinpannen te pompen. Dit werd vanuit achterliggende weterring (Berkheide) of vanuit rivieren gehaald. Dat was de Lek in het geval van Meijndel. In Meijndel is een groot aandeel van de duinvalleien omgezet

naar infiltratieplassen. Het water van de Lek had echter hoge concentraties aan voedingsstoffen (vooral fosfaat- en stikstofverbindingen) die tot soms wel 30 keer hoger dan de natuurlijke concentraties in kalkrijke duinvalleien waren (van Dijk & Bakker 1984). Een klein deel van het infiltratiewater kwelde op in de duinvalleien.

Infiltreren is nivelleren

De vegetaties die thuishoren in van nature voedselarme, vochtige

kalkrijke duinvalleien (Kader) zijn al hun concurrentiekracht verloren als een dusdanige hoeveelheid extra voedingsstoffen het systeem binnendringt. Ondanks de gedachte (zelfs onder ecologen destijds) dat met het water ook de biodiversiteit terug zou komen, raakten de oevers van de infiltratieplassen al snel overgroeid met ruigteplanten als Grote brandnetel (*Urtica dioica*), Harig wilgenroosje (*Epilobium hirsutum*), Akkerdistel (*Cirsium arvense*) en andere soorten indicatief voor voedselrijke bodemomstandigheden. De duinvalleien

Zodra een nieuwe duinvallei ontstaat (primair door afsnoering van een strandvlakte of secundair door uitstuiven van zand tot op het grondwater in de duinen achter de zeereep) gaat de successie van start. De dynamiek wordt minder en overspoeling met zeewater gebeurt slechts sporadisch tot niet. Door de afnemende dynamiek (wind en water hebben vrij spel op een open strandvlakte, maar veel minder in een vallei) kunnen nieuwe plantensoorten de vallei koloniseren. Soorten als Zeevetmuur (*Sagina maritima*), Strandduizendguldenkruid (*Centaureum littorale*) en Sierlijke vetmuur (*Sagina nodosa*) zijn kenmerkend voor deze initiële stadia.

Naarmate de bodem ouder wordt en het zoute grondwater vervangen wordt door zoet water, wordt de vallei geschikt voor steeds meer pioniersoorten. Een optimum wordt vaak bereikt na ongeveer 25 jaar (Lammerts & Grootjans 1998). Veel soorten van de zogenaamde Knopbiesassociatie (*Junco baltici* – *Schoenetum nigricantis*) zijn dan verschenen. Het gaat hier om zeer soortenrijke gemeenschappen met veel Rode Lijst-soorten. Vleeskleurige orchis (*Dactylorhiza incarnata*), Knopbies (*Schoenus nigricans*) en Slanke gentiaan (*Gentianella amarella*) zijn kenmerkend voor dit stadium. De bodem heeft een hoge pH-waarde van boven de 6,5, een laag organische stof-gehalte onder de tien procent en een goede buffering met kalkrijk grondwater (Lammerts & Grootjans 1998). Ook een lage beschikbaarheid van voor de plant opneembare voedingsstoffen (vooral stikstof- en fosfaatverbindingen) zijn een randvoorwaarde voor de Knopbiesassociatie. Hoe ouder de vegetatie wordt, hoe meer organische stof ophoopt en hoe zuurder en voedselrijker de bodem wordt. Als de pH daalt onder de 6 en het gehalte organische stof boven de tien procent komt, begint de vegetatie om te slaan naar typen met soorten die beter met de nieuwe omstandigheden om kunnen gaan.

Soorten als Kruiwilg (*Salix repens*) of Duinriet (*Calamagrostis epegejos*) kunnen dominant worden en de soortenrijke pioniervegetatie verdringen. Door valleien te maaien, te begrazen of te plaggen kan de successie vertraagd of teruggedrukt worden zodat een soortenrijk stadium veel langer kan bestaan. Onder het juiste beheersregime kan een soortenrijk stadium tot wel 150 jaar bestaan (Lammerts & Grootjans 1998)!

veranderden in uitgestrekte Riet (*Phragmites australis*)- en Lisdoddevelden (*Typha latifolia*) met een dik organisch pakket. De vegetatie gaf duidelijk aan waar met Lekwater geïnfiltrerd werd (Londo 1975). Het besef groeide dat de met het water meegevoerde voedingsstoffen niet de valleien met de typische vegetatie deden terugkeren. Vanaf 1976 werd echter water vanuit de minder vervuilde Maas gebruikt om Meijndel te infiltreren. Dit water werd en wordt nog verder voorgezuiverd; het fosfaat wordt gestript en zwevende deeltjes worden uit het water verwijderd. Deze voorzuivering was een belangrijke stap in het herstellen van de Nederlandse duinvalleien, maar niet genoeg. De inmiddels opgehoopte voedselrijke toplagen moesten verwijderd worden, op te heffen (delen van) infiltratieplassen moesten van de sliblaag ontdaan worden en een regime van maaien en afvoeren in combinatie met begrazing werd op veel plekken ingevoerd, zo ook in Meijndel. De vroegere oppervlakte duinvalleien in Meijndel van 200 ha was op zijn dieptepunt afgenomen tot twee à drie ha en is inmiddels weer op 50 ha terug. De kwantiteit is inmiddels op de gewenste hoeveelheid. Is de kwaliteit ook op orde?

Herstel in Meijndel

Eind jaren 90 van de vorige eeuw is begonnen met grootschalig herstel van de door infiltratie aangetaste duinvalleien in Meijndel. Drie valleien worden hier besproken: de Kikkervalleien, het Parnassiapad en de Libellenvallei (Tabel 1). De grootste ingrepen zijn uitgevoerd in de Kikkervalleien. Dit was een natuurlijke duinpan die als infiltratieplas werd gebruikt. In 1996 is een groot deel van de infiltratieplas afgedamd (Fig. 1) en zijn het slib en de verrijkte toplaag verwijderd. Ook is getracht zoveel mogelijk het originele reliëf

Tabel 1. Overzicht van drie in Meijndel gelegen duinvalleien incl. herstelmaatregelen en toegankelijkheid

Vallei	Voormalige infiltratieplas?	Geplagd in	Begraasd sinds	Gemaaid sinds - tot	Publieke toegang?
Kikkervalleien	Ja	1996	1998	1999-2018*	Nee
Parnassiapad	Nee	1997	1990	-	Nee
Libellenvallei	Nee	2011 (niet in transect)	2005	1975-2005	Ja

* Het maaien betreft alleen Duindoorn op de bovenranden van de valleien.

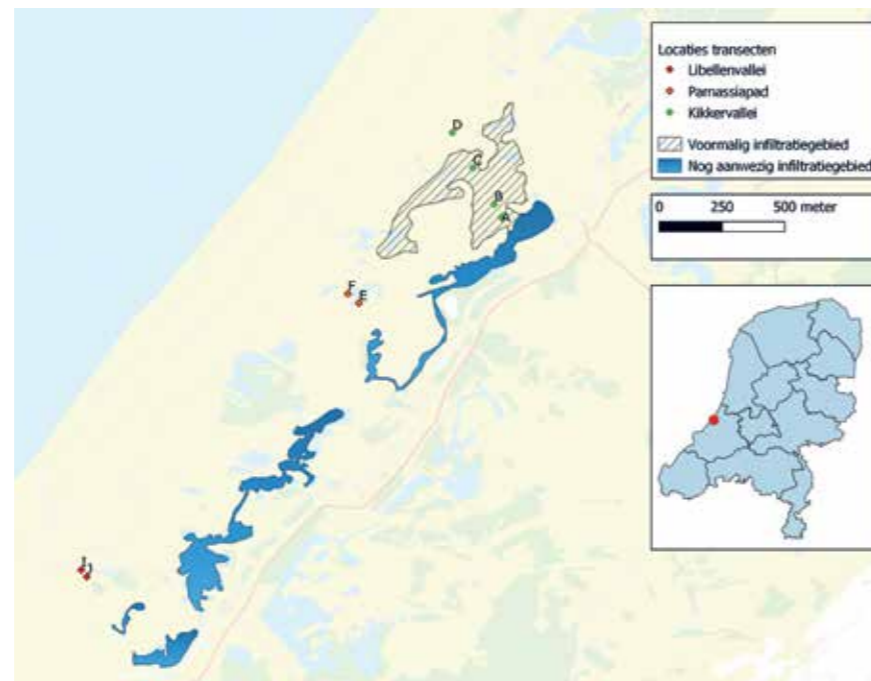
weer te herstellen. Na de herstelmaatregelen raakte de vallei echter overgroeid met nitrofiële soorten, wat geen goed vooruitzicht leek voor de beoogde vegetatietypen. In de loop der jaren namen de verruigde vegetaties sterk af (Hooijmans & van der Hagen 2010). Het onderhavige vegetatieonderzoek maakt de balans op voor de ontwikkelingen in de Kikkervalleien. Het Parnassiapad en de Libellenvallei zijn nooit als infiltratieplas gebruikt, maar hebben wel altijd onder invloed gestaan van voedselrijk grondwater vanuit nabije infiltratieplassen. In 2001 bestonden deze valleien vooral uit knobbiesvegetaties waarbij in de Libellenvallei ook soorten van voedselrijk moeras (*Phragmitetalia*) huisden. Beide valleien zijn deels geplagd, waarbij de voedselrijke toplaag van de bodem is verwijderd. Vanaf de jaren negentig worden de valleien jaarrond begraasd en na de oplevering van de Kikkervalleien is ook dat gebied in de begrazing opgenomen. Het gebied met de valleien wordt begraasd door koeien en paarden met een dichtheid van één dier per 15 hectare. Daarnaast wordt het gebied ook door konijnen en reeën begraasd.

Nu, ruim 21 jaar na de herstelmaatregelen wordt voor de drie valleien de balans opgemaakt. Aan de hand van ontwikkelingen in bodem en vegetatie wordt de status van het gebied gemeten en gekeken wat voor effect de waterwinning nu nog heeft op de vegetatie.

Proefopzet en gegevens-vergaring

Om de ontwikkelingen van bodem en vegetatie na de herstelmaatregelen te kunnen volgen, zijn in 2001 (vijf jaar na de uitgevoerde maatregelen) vier transecten uitgezet in de drie valleien (Hoogerwerf 2001; Fig. 1) waar vervolgens de vegetatie is gemonitord en grondmonsters zijn genomen. Ieder transect is opgebouwd uit blokken die genummerd zijn met de letters A tot en met J, waarbij blok F een 'dubbel' blok is en 20 bij vier meter meet. De overige blokken zijn tien meter lang en vier meter breed. Ieder blok is weer opgedeeld in 20 (of 40 in het geval van blok F) plots van een halve meter lang en vier meter breed (Fig. 2). In de Kikkervalleien zijn in 2001

vier (A, B, C, D), in het Parnassiapad vier (E, F, G, H) en in de Libellenvallei twee (I, J) blokken uitgezet. In 2001 is van alle blokken de vegetatie opgenomen en zijn bodemmonsters verzameld en geanalyseerd (Hoogerwerf 2001). In 2008 is van een aantal blokken opnieuw de vegetatie opgenomen (Nanne & Vogelaar 2008); de blokken B, F, G en H zijn niet opgenomen en er zijn geen grondmonsters verzameld. In 2017 zijn de blokken A tot F opgenomen en in 2018 de blokken I en J (de blokken G en H konden niet worden teruggevonden in het veld). Tevens zijn in 2018 van al deze blokken grondmonsters verzameld. In totaal gaat het om 529 plots (228 uit 2001, 116 uit 2008 en 185 uit 2018) en 90 bodemmonsters (45 uit 2001 en 45 uit 2017/2018).



Figuur 1. Ligging van blokken in de drie valleien.



Figuur 2. Voorbeeld van een uitgemeten blok (blok B) in de Kikkervalleien. Een dergelijk blok werd steeds onderverdeeld in 20 plots van een halve meter lang en vier meter breed. Te zien is dat in vergelijking met figuur 3 de vegetatie inmiddels behoorlijk is veranderd. Foto: Tjomme van Mastrigt.

Om de vegetatie te monitoren is in ieder plot de vegetatie opgenomen met de aangepaste schaal van Braun-Blanquet (Barkman et al. 1964). Per plot is iedere soort op naam gebracht en is middels deze schaal geschat hoeveel iedere soort in een plot voorkomt. In plots 2, 6, 10, 14 en 18 per blok zijn steeds vijf grondmonsters per plot verzameld, die in het lab samengevoegd zijn als mengmonster per plot. Grondmonsters zijn geanalyseerd op gehalte organische stof als verlies van massa na verbranding en voor de plant beschikbaar fosfaat (PO_4), kalium (K), stikstof (NO_3), ammonium (NH_4), en natrium (Na). Ook zijn totaal fosfaat (PO_4) en stikstof (N) bepaald. Hierbij betreft de totale hoeveelheid ook de aan bodemdeeltjes gebonden voedingsstoffen die niet direct opneembaar zijn voor planten. Pas na een reeks chemische reacties kunnen deze voedingsstoffen eventueel beschikbaar worden voor planten.

Resultaten vegetatie

De resultaten van de vegetatieopnamen zijn samengevat in tabel 2. Per jaarklasse zijn de veranderingen in de vegetatie per vallei weergegeven. Op deze manier is goed te zien hoe de vegetatie door de tijd heen van karakter veranderd is. Wat opvalt is dat de vegetatie in de plots van de Kikkervalleien na de herstelmaatregelen, steeds meer op de vegetatie in de plots van de andere twee valleien is gaan lijken. Hieronder worden beknopt de veranderingen binnen de plots per vallei besproken.

Kikkervalleien

In de Kikkervalleien zijn de veranderingen van vegetatiesamenstelling in de plots het meest ingrijpend, wat niet gek is gezien de beheersingrepen. Tijdens de eerste onderzoeksronde in 2001 zijn veel soorten van voedselrijke omstandigheden aangetroffen. Speerdistel (*Cirsium vulgare*), Harig wilgenroosje (*Epilobium hirsutum*) en

Canadese fijnstraal (*Conyza canadensis*) waren destijds veel in de plots aanwezig (Fig. 4). De aanwezigheid van deze soorten heeft te maken met de erfenis in de vorm van een persistente zaadbank van deze soorten in de tijd, vóór de herstelmaatregelen (Thompson et al. 1996). Na het vergraven van de bodem kunnen deze soorten massaal tot kieming komen. Interessant is dat deze soorten niet of nauwelijks nog aanwezig zijn in plots die in 2008 en 2018 zijn opgenomen. In plaats daarvan zijn soorten uit het Knobbiesverbond (*Caricion davalliana*) die in 2001 al wel in de ontwikkelde valleien maar niet in de Kikkervalleien aanwezig waren, in de plots massaal genoteerd. Ook is er een toename van Strandduizendguldenkruid (*Centaurium littorale*) en Sierlijke vetmuur (*Sagina nodosa*), soorten uit het Zeevetmuur-verbond (*Saginion maritimae*), genoteerd. De vallei is via een vroeg stadium van uitgesproken pioniervegetaties nu naar een mooi ontwikkelde, vochtige

Tabel 2. Synoptische tabel van de vegetatie door de jaren in de plots, per vallei. Het eerste getal na een soort geeft aan in hoeveel procent van de opnamen deze voorkomt in de tabel. Het tweede symbool in superscript geeft de mediaan aan van de gegeven bedekkingscode. Dit is de bedekking conform de aangepaste schaal van Braun-Blanquet (r, +, 1, 2m is één tot zeer veel exemplaren, maar minder dan vijf procent bedekking binnen het plot; 2a is 5 tot 12,5 procent bedekking; 2b is 12,5 tot 25 procent bedekking; 3 is 25 tot 50 procent bedekking, 4 is 50 tot 75 procent bedekking en 5 is 75 tot 100 procent bedekking van de betreffende soort in het plot). Zo komt Canadese fijnstraal bijvoorbeeld in 49 procent van de 80 opnamen (dus 39 opnamen) uit de Kikkervalleien 2001 voor, waarbij de mediaan van de bedekking een '4' is. De ronde daarna nog slechts in 15 procent waarbij de mediaan een 'r' is; een afname van de soort door de tijd dus. Oranje blokken geven aan dat de groep binnen het blok, kenmerkend is voor een bepaalde kolom die correspondeert met een vallei in een bepaald jaar. De afkortingen boven de kolommen geven aan om welke vallei het gaat. KV is Kikkervalleien; PP is Parnassiapad en LV is Libellenvallei.

Vallei	KV	KV	KV	PP	PP	PP	LV	LV	LV
Jaar	2001	2008	2018	2001	2008	2018	2001	2008	2018
Aantal opnamen	80	60	80	66	20	66	40	36	40

Differentiërende soorten Kikkervalleien 2001										
<i>Conyza canadensis</i>	49 ^r	15 ^r	.	17 ^r	.	.	.	.	.	Canadese fijnstraal
<i>Poa annua</i>	88 ^l	2 ^m	.	.	.	3 ^r	.	.	.	Straatgras
<i>Cirsium arvense</i>	71 ^r	.	.	9 ^r	.	9 ^l	.	.	2 ^r	Akkerdistel
<i>Veronica catenata</i>	51 ^r	.	1 ^r	23 ^r	.	.	.	.	.	Rode waterereprijs
<i>Epilobium parviflorum</i>	65 ^r	.	.	6 ^r	.	.	.	.	.	Viltige basterdwederik
<i>Cerastium semidecandrum</i>	41 ^r	.	.	.	.	.	.	.	.	Zandhoornbloem
<i>Sagina procumbens</i>	39 ^r	.	.	.	.	.	.	.	.	Liggende vetmuur
<i>Epilobium hirsutum</i>	39 ^r	.	.	.	.	.	.	.	.	Harig wilgenroosje
<i>Juncus bufonius</i>	35 ^m	.	.	23 ^m	.	.	2 ^r	.	.	Greppelrus
Pioniersoorten van associatie van strandduizendguldenkruid en krielparnassia										
<i>Centaurium littorale</i>	22 ^m	47 ^r	76 ^l	15 ^r	.	15 ^r	2 ^r	3 ^r	.	Strandduizendguldenkruid
<i>Sagina nodosa</i>	40 ^r	33 ^m	29 ^r	58 ^l	10 ^r	3 ^r	.	.	.	Sierlijke vetmuur
Nieuw verschenen of sterk toegenomen soorten van Parnassiapad en Libellenvallei in 2018										
<i>Trifolium repens</i>	.	20 ^l	25 ^l	11 ^l	5 ^r	50 ^l	.	.	25 ^r	Witte klaver
<i>Pellia endiviifolia</i>	.	.	.	2 ^r	.	74 ^l	.	.	15 ^r	Gekroesd plakkaatmos
<i>Crataegus monogyna</i>	.	.	.	6 ^r	5 ^r	32 ^r	8 ^r	8 ^r	20 ^r	Eenstijlige meidoorn
<i>Hypochaeris radicata</i>	.	.	.	.	.	38 ^l	.	.	38 ^r	Gewoon biggenkruid
<i>Pseudocleropodium purum</i>	.	.	6 ^l	.	.	32 ^m	.	.	32 ^a	Groot laddermos
<i>Danthonia decumbens</i>	.	.	.	.	.	.	18 ^l	.	60 ^r	Tandjesgras
<i>Carex nigra x trinervis</i>	.	.	25 ^a	.	.	.	.	.	80 ^r	Zwarte x Drienerfve zegge
<i>Festuca arenaria</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	48 ^r	Duinzwengkruid
<i>Juncus subnodulosus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	42 ^r	Paddenrus
<i>Agrimonia eupatoria</i>	.	.	1 ^r	.	.	3 ^r	.	.	25 ^r	Gewone agrimonie
Verdwenen of sterk afgenomen soorten van Libellenvallei in 2018										
<i>Polygala vulgaris</i>	.	.	9 ^r	15 ^l	65 ^r	65 ^l	35 ^l	44 ^r	8 ^r	Gewone vleugeltjesbloem
<i>Euphrasia stricta s.l.</i>	.	33 ^r	61 ^l	77 ^m	65 ^r	86 ^m	78 ^l	78 ^l	32 ^l	Ogentroost
<i>Gentianella amarella</i>	.	.	.	.	.	.	60 ^m	8 ^r	.	Slanke gentiaan
<i>Rhinanthus angustifolius</i>	.	17 ^r	.	2 ^r	.	6 ^r	75 ^r	.	.	Grote ratelaar
<i>Helictotrichon pubescens</i>	.	.	.	3 ^r	.	.	40 ^a	.	.	Zachte haver
Soorten die na 2001 toegenomen zijn in de Kikkervalleien en al aanwezig waren in de overige twee valleien										
<i>Carex flacca</i>	4 ^r	87 ^a	99 ^a	29 ^l	80 ^m	76 ^l	88 ^a	89 ^m	92 ^l	Zeegroene zegge
<i>Carex oederi s. oederi</i>	5 ^r	100 ^m	100 ^m	68 ^a	85 ^m	48 ^l	60 ^m	53 ^l	52 ^l	Dwergzegge
<i>Linum catharticum</i>	.	82 ^l	75 ^m	86 ^m	80 ^l	100 ^m	85 ^m	86 ^m	58 ^l	Geelhartje
<i>Parnassia palustris</i>	.	62 ^r	75 ^a	53 ^r	80 ^l	76 ^l	2 ^r	19 ^r	12 ^r	Parnassia
<i>Mentha aquatica</i>	1 ^r	90 ^l	98 ^l	83 ^l	70 ^l	86 ^l	78 ^b	83 ^l	68 ^r	Watermunt
<i>Prunella vulgaris</i>	.	85 ^l	85 ^a	67 ^l	70 ^l	100 ^a	80 ^a	94 ^m	52 ^l	Gewone brunel
<i>Lotus corniculatus s.str.</i>	2 ^r	88 ^r	72 ^a	53 ^l	80 ^l	82 ^a	50 ^l	78 ^l	10 ^r	Gewone rolklaver
<i>Leontodon saxatilis</i>	.	45 ^l	74 ^m	2 ^r	75 ^l	98 ^m	12 ^m	61 ^r	22 ^r	Kleine leeuwentand
<i>Lythrum salicaria</i>	.	17 ^r	5 ^r	55 ^r	20 ^r	62 ^l	40 ^a	64 ^a	65 ^r	Grote kattenstaart
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	.	22 ^r	55 ^l	.	10 ^r	45 ^l	70 ^b	75 ^m	68 ^r	Gewone waternavel
<i>Festuca filiformis</i>	.	37 ^m	42 ^m	29 ^l	80 ^m	65 ^b	30 ^a	86 ^m	30 ^r	Fijn schapengras
<i>Luzula campestris</i>	.	13 ^r	45 ^m	15 ^l	15 ^r	50 ^m	35 ^l	8 ^r	22 ^r	Gewone veldbies
<i>Plantago lanceolata</i>	2 ^r	42 ^r	52 ^l	67 ^l	85 ^l	89 ^m	80 ^a	100 ^m	52 ^r	Smalle weegbree
<i>Holcus lanatus</i>	.	7 ^r	50 ^l	38 ^l	65 ^r	45 ^l	45 ^m	75 ^l	10 ^r	Gestreepte witbol
<i>Galium verum s.l.</i>	.	.	25 ^l	8 ^r	35 ^r	44 ^m	35 ^m	28 ^l	32 ^l	Geel walstro



Figuur 3. Een icoonsoort van de vochtige duinvalleien: Parnassia. Foto: Tjomme van Mastriigt.

kalkrijke duinvallei met Knobbiesvegetaties ontwikkeld. In de plots is geen Knobbies (*Schoenus nigricans*) genoteerd, maar daarbuiten komt zij spaarzaam voor. Opvallende toenames zijn die van Zeegroene zegge (*Carex flacca*), Dwergzegge (*Carex oederi subsp. oederi*) en Parnassia (*Parnassia palustris*) die tevens door de hele Kikkervalleien zijn waargenomen (Fig. 3). Voor de Kikkervalleien kan worden geconcludeerd dat zich na 21 jaar een goed ontwikkelde knobbiesgemeenschap heeft gevestigd.

Parnassiapad

Het Parnassiapad is in 1997 geplagd, waarvan een deel van de plots in dit geplagde stuk vallen (delen van blok F). In de tabel is dit terug te zien doordat in 2001 (vier jaar na de plagwerkzaamheden) de pioniersoorten Sierlijke vetmuur en Strandduizendguldenkruid aanwezig waren. In latere stadia zijn deze, door voortschrijdende successie, afgenomen. De overige vegetatieontwikkeling is erg stabiel gebleven in het Parnassiapad. De soorten van het knobbiesverbond zijn vanaf 2001 aanwezig en kennen nauwelijks schommelingen in hun frequentie in de tabel. Een

aantal soorten van ietwat drogere omstandigheden zijn wel relatief sterk toegenomen. Het gaat hier om Geel walstro (*Galium verum*), Gewone veldbies (*Luzula campestris*) en Kleine leeuwentand (*Leontodon saxatilis*). Dit hoeft niet samen te hangen met verdroging; de overige, meer vochtminnende, soorten in de tabel geven geen enkele aanwijzing tot een dergelijke conclusie. Eerder heeft dit met



Figuur 4. Blok B in de Kikkervalleien in 2001. Te zien is een vegetatie met veel distels en wilgenroosjes. Foto: Carolien Hoogerwerf.

natuurlijke successie van de duinvalleien te maken of met kleinschalige verstoringen (opgraven van zand door konijnen) binnen de plots. Ook is gewone waternavel (*Hydrocotyle vulgaris*) vrij sterk toegenomen. Gewone waternavel is een constante soort in het knobbiesverbond, die ook wel in wat zuurdere duinvalleien van het verbond van Zwarte zegge (*Caricion nigrae*) voorkomt. Dat overige soorten uit dit laatstgenoemde verbond niet veel voorkomen, houdt in dat ook in 2018 de basenbuffering in het Parnassiapad nog steeds op orde is.

Libellenvallei

Evenals in het Parnassiapad is de vegetatie in de plots van de Libellenvallei stabiel gebleven. De vallei is wel geplagd, maar de gedeelten van de vallei waar de plots liggen zijn niet geplagd. De libellenvallei is hiermee de oudste vallei van de drie in termen van bodem- en vegetatieontwikkeling. Wat opvalt is dat er een behoorlijk aantal soorten bijgekomen zijn in 2018 (waarvan een deel ook voor het Parnassiapad geldt). Het gaat om algemene soorten als Witte klaver (*Trifolium repens*) en Gewoon biggenkruid (*Hypochaeris radicata*), maar

Tabel 3. Overzicht van gemeten bodemparameters in 2001 (01) en 2018 (18). Afkortingen in de kolomhoofden: OS is percentage organische stof; pH-H₂O is gemeten pH-waarde op basis van een wateroplossing; NO₃ is voor de plant beschikbaar nitraat; NH₄ is voor de plant beschikbaar ammonium; PO₄ is voor de plant beschikbaar fosfaat; K is voor de plant beschikbaar kalium; Na is voor de plant beschikbaar natrium; Ntot is totale hoeveelheid stikstof in de bodem; Ptot is totale hoeveelheid fosfaat in de bodem. De rijen geven de gemiddelden aan in totaal en per blok (A-J). De letters achter blokken geven aan in welke vallei de betreffende blokken liggen (KV is Kikkervalleien, PP is Parnassiapad en LV is Libellenvallei).

	OS (%)	pH-H ₂ O	NO ₃ (mg/Kg)	NH ₄ (mg/Kg)	PO ₄ (mg/Kg)	K (mg/Kg)	Na (mg/Kg)	Ntot (mg/Kg)	Ptot (mg/Kg)
Totaal01 n=45	1.70	7.69	0.37	6.97	0.20	9.71	11.45	485.50	101.47
Totaal18 n=45	3.72	7.51	0.22	0.33	0.02	7.54	34.52	805.48	98.12
A01 n=5 KV	0.29	7.80	0.42	6.66	0.00	5.36	5.00	97.54	104.24
A18 n=5	2.47	7.58	0.00	0.00	0.00	16.91	113.63	464.88	105.17
B01 n=5 KV	0.29	7.99	0.10	4.42	0.00	4.39	3.88	31.59	93.01
B18 n=5	1.80	7.87	0.00	0.21	0.00	4.38	9.86	337.14	80.16
C01 n=5 KV	0.38	8.00	0.24	9.22	0.00	8.83	5.42	69.01	74.21
C18 n=5	1.70	7.74	0.00	0.19	0.00	3.49	11.47	261.53	70.51
D01 n=5 KV	0.65	7.94	0.30	6.66	0.00	3.84	7.17	152.58	73.25
D18 n=5	1.97	7.58	0	0.13	0.00	5.72	16.16	361.31	63.35
E01 n=5 PP	0.91	7.80	1.02	5.24	0.08	7.25	8.00	301.70	78.19
E18 n=5	3.32	7.54	0.24	1.39	0.00	8.53	43.74	923.81	83.50
F01 n=10 PP	0.69	7.92	0.22	0.00	0.01	5.93	8.24	200.03	88.16
F18 n=10	3.53	7.64	0.08	0.20	0.00	6.31	26.60	731.27	102.01
I01 n=5 LV	5.82	6.71	0.30	14.8	0.52	16.25	29.62	1554.24	145.14
I18 n=5	8.99	6.78	0.00	0.27	0.00	7.43	24.91	2025.47	113.62
J01 n=5 LV	5.55	7.13	0.50	14.3	1.12	29.61	27.32	1839.36	168.81
J18 n=5	6.20	7.20	0.94	0.37	0.16	8.74	37.67	1412.67	162.70

ook soorten als Gewone agrimonie (*Agrimonia eupatoria*) en Tandjesgras (*Danthonia decumbens*), die een iet-wat ouder stadium van de associatie van Duinpaardenbloem (*Taraxaco-Galietum veri*) markeren. Tevens zijn er ook soorten van jongere stadia van de Duinpaardenbloem- en Knop-biesassociatie verdwenen of sterk afgenomen in de plots. Het gaat hier vooral om Gewone vleugeltjesbloem (*Polygala vulgaris*), Ogentroot (*Euphrasia stricta* s.l.), Slanke gentiaan (*Gentiana amarella*) en Zachte haver (*Helictotrichon pubescens*). Mogelijk hangt dit samen met het stoppen van het jaarlijks maaien van de vallei sinds 2005, waardoor de vegetatie op sommige plekken wat veruigd is. De hiervoor genoemde soorten verdragen dicht worden van de vegetatie slecht en kunnen na verloop van tijd verdwijnen.

Resultaten bodem

Doordat in 2001 en in 2018 bepaalde bodemwaarden binnen de plots zijn gemeten, is een beeld verkregen van de veranderingen van de bodemtoestand door de tijd. Tabel 3 geeft de gemiddeld gemeten waarden aan in totaal en per blok. Wat opvalt is dat gemiddeld genomen alle voor de plant beschikbare nutriënten zijn afgenomen, op natrium na. De totale hoeveelheid stikstof in de bodem is toegenomen en de totale hoeveelheid fosfaat is afgenomen. Ook is het percentage organische stof in de bodem toegenomen en is de pH iets gedaald. Deze laatste twee observaties staan in lijn met de theorie van successie in duinvalleien, waarbij organische stof toeneemt en pH afneemt met het ouder worden van duinvalleien (Grootjans et al. 1995). Ook zou de voedsel-

rijkdom in de bodem toenemen met de leeftijd van een duinvallei, maar dit blijkt slechts voor de totale hoeveelheid stikstof het geval. Het feit dat de totale hoeveelheid stikstof toe is genomen is vergelijkbaar met andere studies (o.a. Lammerts et al. 1999; Sýkora et al. 2004). Voortschrijdende successie zorgt voor meer organisch materiaal en meer stikstofaccumulatie in de bodem. Het merendeel van deze stikstof is echter gebonden waardoor het niet voor planten opneembaar is. De afname van de overige voedingsstoffen in de bodem heeft te maken met de verregaande voorzuivering van het infiltratiewater, waarbij stoffen als fosfaat en ammonium met meer dan een factor tien verminderd zijn (van Dijk & Bakker 1984; Koerselman 1993). De bodemwaarden die we nu vinden staan in lijn met wat we verwachten aan de hand van de ouderdom van de

valleien en zijn vaak zelfs wat aan de lage kant als de waarden vergeleken worden met referentiewaarden in het programma SynBioSys (Schaminée et al. 2007).

Conclusie

Uit het onderzoek blijkt dat na de herstelmaatregelen de vegetatie in de plots van de Kikkervalleien is ontwikkeld naar goede pioniersvegetaties die te verwachten zijn na 20 jaar bodem- en vegetatieontwikkeling. Ook de ontwikkeling van de bodem verkeert in een toestand die hoort bij dergelijke vegetatietypen en parameters zijn vaak zelfs aan de lage kant. Als er veel voedingsstoffen vanuit de infiltratieplassen door zouden

sijpelen naar de valleien, zou dit in de vegetatie en de bodem terug te zien moeten zijn. Het Parnassiapad en de Libellenvallei verkeren in een stabiel stadium van basenminnende duinvalleivegetatie, zonder aanwijzing dat er sprake is van versnelde successie of overgroeiing met soorten van een hoge voedselrijkdom in de bodem. Voor de Kikkervalleien geldt ook dat de trends in de plots wat betreft vegetatie, zijn waargenomen door de gehele vallei (Hooijmans 2019, dit nummer) De conclusie is dan ook dat de onderzochte valleien geen negatieve effecten van de infiltratieplassen meer ondervinden. Het is dus goed mogelijk om met de juiste beheer- en herstelmaatregelen waterwinning en hoge natuurwaarden hand in hand te laten gaan.

Dankwoord

Graag bedanken wij Tjomme van Mastrigt voor het verrichten van het grootste gedeelte van het veldwerk voor de vegetatiedataset van 2018.

T. van Heusden
Lumen, Kamer C.225, Droevendaalsesteeg 3, 6708 PB, Wageningen
Tom.vanheusden@wur.nl

H.G.J.M. van der Hagen
h.hagen@dunea.nl

J.H.J. Schaminée
joop.schaminee@wur.nl

Literatuur

- Barkman JJ, H Doing & S Segal (1964). Kritische bemerkingen und vorschläge zur quantitativen vegetationsanalyse. *Acta Botanica Neerlandica* 13: 394-419.
- Council of the European Communities (1992). Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. *Official Journal of the Europe Communities Series L*, 206: 7-50.
- Grootjans, AP, EJ Lammerts & F van Beusekom (1995). Kalkrijke duinvalleien op de Waddeneilanden. *KNNV Uitgeverij*.
- Hoogerwerf, CG (2002). Vegetatie ontwikkeling na opheffing van infiltratieplassen in duinvalleien van Meijndel. *Stagerapport Wageningen Universiteit uitgevoerd bij Duinwaterbedrijf Zuid-Holland*.
- Hooijmans, FC & HGJM van der Hagen (2010). Ontwikkeling van de plantensoorten in de Kikkervalleien. *Holland's Duinen* 55: 12-19.
- Hooijmans, FC (2019). Ontwikkeling van de plantensoorten in de Kikkervalleien van 1998 tot 2018. *Holland's Duinen* 73: 16 - 29.
- Koerselman, W (1993). Op zoek naar de sleutel tot het herstel van voedselarme duinvalleien in infiltratiegebieden. *De Levende Natuur* 94 (2), 83-88.
- Lammerts, EJ, DM Pegtel, AP Grootjans & A van der Veen (1999). Nutrient limitation and vegetation changes in a coastal dune slack. *Journal of Vegetation Science* 10: 111-122.
- Lammerts, EJ & AP Grootjans (1998). Key environmental variables determining the occurrence and life span of basiphilous dune slack vegetation. *Acta Botanica Neerlandica* 47 (3): 369-392
- Londo, G (1975). Infiltreren is nivelleren, *De Levende Natuur*, 78 (4): 74-79.
- Nanne, R & E Vogelaar (2009). Vegetatieontwikkeling vochtige duinvalleien Meijndel 1997-2008. *Stagerapport InHolland Delft Bos- en Natuurbeheer uitgevoerd bij Duinwaterbedrijf Zuid-Holland*.
- Schaminée, JHJ, SM Hennekens & WA Ozinga (2007). Use of the ecological information system SynBioSys for the analysis of large databases. *Journal of vegetation science* 18: 463 - 470.
- Sýkora, KV, JCM van den Bogert & F Berendse (2004). Changes in soil and vegetation during dune slack succession. *Journal of vegetation science* 15: 209-218.
- Thompson, K, JP Bakker & RM Bekker (1996). *The Soil Seed Banks of North West Europe: Methodology, Density and Longevity*. Cambridge University Press.
- Van Dijk, HWJ & TWM Bakker (1984). Duininfiltratie: invloed op balans en concentraties van voedingsstoffen (with English summary). *H20* 17: 597-600.
- Van Dijk, HWJ & AP Grootjans (1993). Wet Dune Slacks: Decline and new opportunities. *Hydrobiologia* 265: 281-304.
- Westhoff, V & MF van Oosten (1991). De plantengroei van de Waddeneilanden. *KNNV uitgeverij*.