

Indicatorsoorten voor verdroging,
verzuring en eutrofiëring van
plantengemeenschappen in
duinvalleien van het Renodunaal district

C.S.J. Aggenbach, J. Grijpstra en M.H. Jalink
Bewerkt door M.J. Nooren

7 Duinvalleien (kalkrijke duinen)



landbouw, natuurbeheer
en visserij



kiwa



staatsbosbeheer

Indicatorsoorten voor verdroging,
verzuring en eutrofiëring van
plantengemeenschappen in duinvalleien
van het Renodunaal district

C.S.J. Aggenbach, J. Grijpstra en M.H. Jalink
Bewerkt door M.J. Nooren

Duinvalleien

(kalkrijke duinen)

COLOFON

Indicatorsoorten voor verdroging,
verzuring en eutrofiëring van planten-
gemeenschappen in duinvalleien
van het Renodunaal district

Deel 7 uit de serie 'Indicatorsoorten'

Auteurs:

C.S.J. Aggenbach, J. Grijpstra
en M.H. Jalink

Bewerkt door:

M.J. Nooren

Foto's:

M.H. Jalink, J. Grijpstra

Vormgeving:

Ineke Oerlemans, Nicole Eugelink

© **Staatsbosbeheer Driebergen**

1e druk, 2002

ISSN 0926-4558 1995-4

De grootste uitdaging die het natuurbeheer heeft, is het duurzaam in stand houden en herstellen van de levensgemeenschappen die ons land rijk is. Zowel de soortendiversiteit als het areaal van veel plantengemeenschappen zijn de laatste decennia sterk afgenomen. Zelfs in de natuur- en bosterreinen worden de plantengemeenschappen sterk bedreigd. De belangrijkste oorzaken van de achteruitgang van grondwaterafhankelijke levensgemeenschappen zijn de veranderingen in de waterhuishouding (waterstanden en waterkwaliteit), zuurgraad en trofiegraad.

Kwaliteitsbewaking van de terreinen vormt een essentieel onderdeel van het beheer om de veranderingen die in de terreinen optreden, te kunnen waarnemen en maatregelen te kunnen nemen om de achteruitgang en het verdwijnen van levensgemeenschappen te voorkomen. Om de kwaliteitsbewaking van de terreinen vorm te geven, heeft Staatsbosbeheer in samenwerking met EC-LNV (voorheen IKC natuurbeheer) een onderzoek laten uitvoeren door KIWA NV Onderzoek en Advies. Het doel van het onderzoek was het bepalen van de indicatiewaarde van plantensoorten voor waterstand, waterkwaliteit, zuurgraad en trofiegraad binnen verschillende plantengemeenschappen. In het kader van het meerjaren onderzoeksprogramma stelde VEWIN hiervoor additioneel middelen ter beschikking. Het resultaat van dit onderzoek is weergegeven in het voorliggende boek.

Dit boek kon alleen tot stand komen dankzij de medewerking van een groot aantal mensen en diverse instanties. De gebruikte gegevens zijn afkomstig van vegetatiekarteringen, hydrologisch onderzoek, inventarisaties en losse terreinbeschrijvingen.

M. Annema (NV Delta Nutsbedrijven), NV PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland, J. Beijersbergen en J. Vermue (Provinciale Waterstaat Zeeland) en Kiwa stelden gegevens beschikbaar en werkten mee aan de locatiestudies.

Drs. A.J.M. Jansen (nu Vitens NV; voorheen Kiwa) leverde inhoudelijk commentaar en becommentarieerde de concept-tekst van dit boek (de gecompriëerde versie van het basisrapport) dat door de inspanning van Matthijs Schouten tot stand is gekomen.

Dit boek laat zien hoe onderzoeksresultaten direct toepasbaar gemaakt kunnen worden voor de praktijk. De onderzoekers hebben, met behoud van hun wetenschappelijke integriteit, nieuwe wegen gezocht om uitspraken te doen die breed toepasbaar zijn. Vanuit het terreinbeheer gezien is dit een ideale vorm van samenwerking.

Ik hoop dat dit boek behulpzaam kan zijn bij het beheer en de kwaliteitsbewaking van de terreinen.

Driebergen, 2002

De directeur Staatsbosbeheer



ir. C.J. Vriesman

| | | |
|----------|---|------------|
| 1 | <i>Inleiding</i> | 9 |
| 1.1 | De basis van het indicatorsoortensysteem | 10 |
| 1.2 | Het gebruik van indicatorsoorten | 12 |
| 1.3 | Beperkingen en randvoorwaarden | 18 |
| 1.4 | Werkmethode voor het onderzoek | 23 |
| 1.5 | Lijst van de belangrijkste vegetatietypen van duinvalleien (Renodunaal district) | 25 |
| 2 | <i>Duinvalleien (Renodunaal district)</i> | 27 |
| 2.1 | Het systeem | 30 |
| 2.2 | Plantengemeenschappen van duinvalleien in ruimte en tijd | 49 |
| 2.3 | De plantengemeenschappen en de indicatorsoorten (met tabellen 7.1 t/m 7.6) | 57 |
| | groep: vegetaties van open water en vegetaties van voedselarme, humusarme, periodiek overstromde of kale, vochtige standplaatsen | 58 |
| 7.1 | Associatie van Ongelijkbladig fonteinkruid en Associatie van Waterpunge & Oeverkruid | 72 |
| 7.2 | Draadgentiaan-associatie en Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia | 74 |
| | groep: vegetaties van voedselarme tot matig voedselrijke moerassen en vochtige, grazige vlakten | 63 |
| 7.3 | Associatie van Drienvervig & Zwarte zegge | 76 |
| 7.4 | Knopbies-associatie | 78 |
| 7.5 | Rompgemeenschap van Addertong/Duinriet [Klasse der kleine Zeggen] | 82 |
| 7.6 | Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem | 84 |
| | aanvulling voor brakwatergebieden | 88 |
| 3 | <i>Indicatorensoorten: noten bij de tabellen</i> | 91 |
| 4 | <i>Referentiestudies</i> | 129 |
| 4.1 | Valleien van het Noord-Hollands Duinreservaat: Reggers-Sandervlak en De Kil | 130 |
| 4.2 | Duinvalleien op Schouwen en op Goeree | 144 |
| 5 | <i>Literatuurlijst</i> | 167 |
| 6 | <i>Soortenlijst</i> | 175 |

Sinds 1988 verricht Kiwa NV onderzoek naar de indicatiewaarde van plantensoorten. Dit wordt uitgevoerd in het kader van een gezamenlijk project van Staatsbosbeheer, de Directie Natuur van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en de Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland (VEWIN). In de komende jaren zal het onderzoek worden voortgezet en afgerond. Het doel van het indicatorenproject is de ontwikkeling van een systeem van indicatorsoorten, dat gebruikt kan worden voor het volgen, dat wil zeggen 'monitoren' van veranderingen in milieumomstandigheden van natuurreservaten (ZIE FIG. B PAG. 13).

In het kader van het indicatorenproject worden de belangrijkste landschapstypen van Nederland één voor één afgewerkt en in afzonderlijke rapporten behandeld (bijvoorbeeld beekdalen, laagveenmoerassen, droge duinen).

De valleien van kalkrijke duinen zijn beschreven in: Aggenbach, C.J.S., J. Grijpstra en M.H. Jalink (1999): Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van plantengemeenschappen in duinvalleien van het Renodunaal district (kalkrijke duinen). SWE 92.039 Kiwa NV Onderzoek en Advies, Nieuwegein. De voor u liggende publicatie is een bewerking van dit rapport; ze vormt een samenvatting, bestemd voor gebruik door reservaatbeheerders. De inleiding is beknopt gehouden omdat het de bedoeling is in een aparte publicatie (deel 1 van de serie) nader in te gaan op achtergrond en methode.

Waar rook is, is vuur; waar brandnetels staan, is mest! Zo wijst iedere plant of plantengroep op de milieumomstandigheden van de plek waarop zij groeit en kan zij als melder worden gebruikt. Voor reservaatbeheerders zijn de meest geschikte melders de plantengemeenschappen én bepaalde indicatorsoorten: soorten die precieze informatie geven, vooral over verdroging, verzuring en eutrofiëring.

De indicatiewaarden van plantengemeenschappen en soorten, samengevat in tabellen, zijn het voornaamste gereedschap dat deze publicatie biedt. Om verkeerde interpretaties te voorkomen, is het gebruik van de indicatiewaarden gebonden aan enige voorwaarden. Bovendien is er ook een zekere voorkennis nodig. Hoe meer men al van het landschap en de processen daarin weet, des te meer inzichten kunnen worden ontwikkeld bij een analyse van een gebied op basis van indicatorsoorten. Het overige van deze publicatie - tekst en figuren - wordt ter raadpleging aangeboden.

1

INLEIDING

1.1 De basis van het indicatorsoortensysteem

De plant als milieumelder (indicator)

Planten zijn gebonden aan een standplaats. Planten kunnen alleen kiemen, groeien, bloeien en zaad zetten op een plek die voor hen geschikt is, een standplaats waaraan zij zijn aangepast. Planten die behoren tot dezelfde soort hebben dezelfde aanpassingen en komen op hetzelfde type standplaats voor. Deze zinnen zullen vermoedelijk worden ervaren als 'het intrappen van open deuren', maar zij zijn hier toch opgenomen om te benadrukken dat het indicatorsoortensysteem op deze welhaast vanzelfsprekende kennis gebouwd is. Vanuit een ander oogpunt bekeken kan het voorgaande ook zo worden samengevat: de standplaats van een soort moet aan bepaalde voorwaarden voldoen. Als men menselijke begrippen gaat hanteren wordt gezegd: de soort stelt eisen aan haar standplaats. De standplaatseisen van een soort kunnen door onderzoek worden opgespoord. De meeste plantensoorten zijn gebonden aan bepaalde bodemtypen, aan kalkrijke ofwel zure omstandigheden, of ze 'houden van' natte of droge 'voeten'. Als de eisen van de soort bekend zijn, dan is een plant door haar aanwezigheid een melder: een indicator van bepaalde milieuomstandigheden van de groeiplaats. De milieuvariabelen (zuurgraad bijvoorbeeld) kan men omgekeerd ook als factoren (parameters) beschouwen die op de plant inwerken. Als een soort vooral gevoelig is voor één enkele factor, geeft zij een hele duidelijke indicatie. Goede, geschikte melders voor het beheer en beleid zijn soorten die tamelijk scherpe voorwaarden stellen: soorten met een beperkt bereik (bandbreedte) voor bepaalde factoren (bijvoorbeeld: 'matig zuur tot zwak zuur').

FIG. A

Sturende factoren in een landschap (uit Den Hoed, 1985).

Zie ook Van Wirdum, 1979).

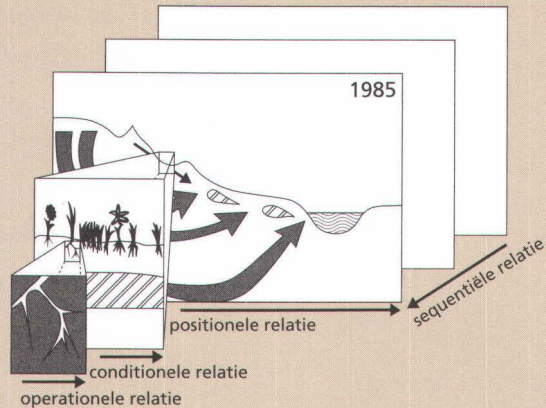
In de landschapsecologie wordt onderscheid gemaakt in een viertal 'schaalniveaus' van standplaatsfactoren. Operationele factoren werken rechtstreeks in op de plant, de andere factoren min of meer indirect.

1. Operationele factoren

Deze standplaatsfactoren die direct inwerken op de plant, spelen een rol op het laagste schaalniveau: het doorwortelde deel van de bodem (of het water) en de lucht waarin de plant groeit. Rechtstreeks werkzame factoren zijn in de bodem: water, zuurstof, voedingsstoffen (stikstof, fosfor e.d.) en de aanwezigheid van essentiële sporenelementen of giftige stoffen. Ook boven de grond zijn er rechtstreeks werkzame factoren. De plant heeft licht nodig voor de fotosynthese. De luchtvochtigheid en temperatuur moeten zodanig zijn dat de plant niet uitdroogt. Verder kan mechanische beschadiging, door overstuiving, overstroming of harde wind e.d., een rechtstreekse rol spelen.

2. Conditionele factoren

In de nabije omgeving van de plant, op een schaal van enkele m², zijn factoren werkzaam die de rechtstreeks op de plant inwerkende (operationele) factoren sturen. De zuurgraad bijvoorbeeld stuurt de oplosbaarheid van fosfaat. Het zuurstofgehalte in de bodem is van invloed op het vrijkomen van voedingsstoffen



door mineralisatie, maar ook op de vorm waarin elementen voorkomen (NH_4^+ of NO_3^- e.d.). Het grondwaterregime beïnvloedt het zuurstofgehalte in de bodem, maar ook de basenverzadiging (van het adsorptiecomplex) en daarmee de zuurgraad. Bovengronds is bijvoorbeeld de vegetatiestructuur (bos, heide e.d.) van invloed op de beschikbaarheid van licht voor kleine planten en op de luchtvochtigheid binnen de vegetatie. De scheiding tussen de factoren van de eerste twee schaalniveaus is niet altijd even duidelijk. Dit komt door onderlinge beïnvloeding, maar ook doordat verschillende naast elkaar groeiende plantensoorten soms op verschillende factoren reageren.

3. Positionele factoren

De werking van de factoren van het tweede schaalniveau wordt op haar beurt weer gestuurd door factoren die samenhangen met de positie van de standplaats in het landschap. Toestroming van grondwater - kwel - kan alleen optreden als ergens in de omgeving water wegzakt (infiltrteert). Het toestromende grondwater kan alleen baserijk zijn als het tijdens zijn weg door de bodem kalk heeft kunnen oplossen, basen heeft kunnen opnemen of al baserijk was

toen het infiltreerde (als oppervlaktewater). Het reliëf en ter ontwatering aangebrachte sloten zijn omgevingsfactoren die sturend werken op het grondwaterstandverloop. Bovengrondse positionele factoren zijn bijvoorbeeld het klimaat, aanvoer van stuifzand en zout door de wind of zure en stikstofrijke regen. De schaal waarop de positionele factoren werken, varieert. Grondwaterstromingen bijvoorbeeld kunnen zowel worden gestuurd op perceelschaal als hele beekdalstelsels omvatten.

4. Sequentiële factoren

De invloed van het verleden wordt samengevat onder deze noemer. Bemesting of overstroming in het verleden kan tientallen jaren later nog doorwerken in de voedingsstoffen- en basenhuishouding van de standplaats. Bodemvorming in het verleden heeft geleid tot de bodem die er nu ligt. Het grondwater dat nu opwelt in kwelgebieden, is tientallen of honderden jaren geleden ergens geïnfiltrteerd. De omstandigheden in de toenmalige infiltratiegebieden zijn natuurlijk van invloed geweest op kwaliteit en hoeveelheid van het in de pakketten aanwezige water. Ook het vroeger toegepaste beheer kan nog steeds van invloed zijn op de huidige vegetatie.

Een soort zegt niet alleen iets door haar aanwezigheid op een bepaalde plaats. Het verdwijnen of het verschijnen in een gebied geeft belangrijke informatie over veranderingen in standplaatsfactoren. Specifieke eigenschappen van een soort kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan de interpretatie van een indicatie (ZIE PAR. 1.3).

Factoren die de standplaats bepalen en sturen

Allerlei eigenschappen van de omgeving en allerlei hydrologische en ecologische processen beïnvloeden de standplaats van een soort. Men kan een groot aantal meer of minder belangrijke milieufactoren onderscheiden. Het is niet altijd mogelijk om een rechtstreeks verband te leggen tussen het voorkomen van een soort en bepaalde factoren. Onderlinge beïnvloeding van factoren en wisselwerkingen spelen vaak een rol. In de vegetatiekunde en de hydro-ecologie worden de invloeden meestal herleid tot drie belangrijke, 'sturende' factoren: het grondwaterregime, de zuurgraad (of pH) en de mate van voedselrijkdom (of trofiegraad). Een verandering van de vegetatie gaat vrijwel altijd samen met een verandering van de invloed van deze factoren. In de landschapsecologie wordt onderscheid gemaakt tussen een viertal 'schaalniveaus' van standplaatsfactoren (ZIE FIG. A).

1.2 Het gebruik van indicatorsoorten

Het gebruik van indicatorsoorten heeft het lokale natuurbeheer een aantal mogelijkheden te bieden: bijvoorbeeld voor het krijgen van een beeld van de patronen en processen in een landschap, voor kwaliteitsbewaking, voor effectvoorspellingen en voor het vaststellen van eventuele maatregelen tegen verdroging. De belangrijkste aspecten worden hier kort behandeld, voor het overige wordt verwezen naar andere publicaties van Staatsbosbeheer (o.a. de Hullu et al., 1993).

Voor een effectief beheer zal elke reservaatbeheerder zich zelf - steeds opnieuw - een beeld vormen van de patronen en processen in het reservaat. Dit denkproces wordt 'systeemanalyse' genoemd (ZIE HIERONDER). Een dergelijke systeemanalyse moet steeds gekoppeld zijn aan het specifieke landschapstype en aan de specifieke plantengemeenschappen die in het gebied voorkomen. De tabellen van deze publicatie met indicaties, de noten, de algemene (landschaps-) systeemanalyse (of de analyses van de referentiegebieden) kunnen dit werk makkelijker maken door te dienen als basis- en vergelijkingsmateriaal (ZIE FIG. B). De voorkennis betreffende de werking van ecosystemen kan met een goed gebruik van het aangeboden gereedschap - dat wil zeggen met inachtneming van de randvoorwaarden - worden verdiept (ZIE PAR. 1.3).

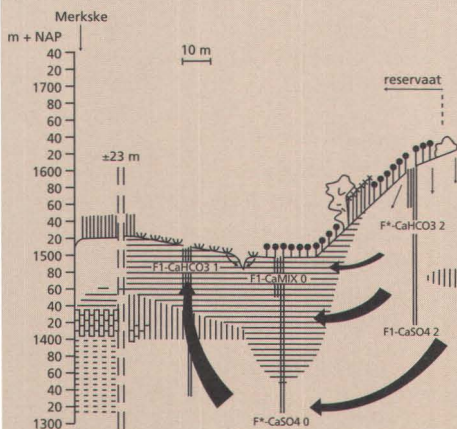
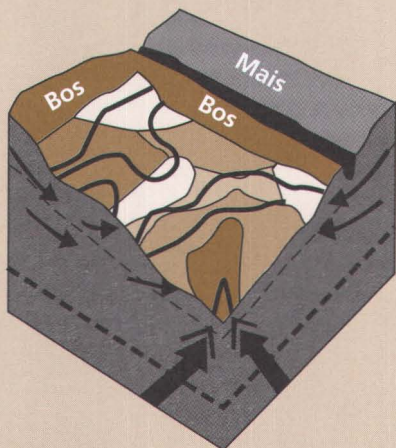
De indicatorsoorten kunnen als fijnmazig, van nature aanwezig, meetnet worden gebruikt. Dit heeft duidelijke voordelen in vergelijking met hydrologische of hydrochemische meetnetten, waarvoor buizen moeten worden geplaatst. De twee meetnetten (van plantensoorten of buizen)

FIG. B*Schema voor het gebruik van indicatorsoorten ten behoeve van systeemanalyse*

FIG. C

Modellen van landschapssystemen

Tweedimensionale doorsneden kunnen worden gecombineerd tot een driedimensionaal model. Geologische, hydrologische, hydrochemische en vegetatiekundige gegevens kunnen gezamenlijk worden geïnterpreteerd en worden verwerkt tot een beeld van de opbouw van het landschap. In het model kunnen stromingen van grond- en oppervlaktewater worden aangegeven en verspreidingspatronen van vegetatietypen en plantensoorten.



kunnen ook naast elkaar gebruikt worden. Zo kan men de gegevens aan elkaar toetsen of de inzichten verfijnen (vooral op 'problematische' plekken).

Indicatorsoorten en systeemanalyse

Op basis van verspreidingspatronen van plantengemeenschappen en van soorten kan geprobeerd worden de werking van een gebied als systeem te verklaren (ZIE FIG. C). Vegetatie- en soortverspreidingskaarten dienen hierbij als informatiebron. Daarbij moet rekening gehouden worden met het feit dat de resultaten afhankelijk kunnen zijn van de schaal van de gebruikte kaarten (ZIE PAR. 1.3). Nuttig zijn tevens kaarten/gegevens over beheer, hoogteligging, grondwaterstand etc.

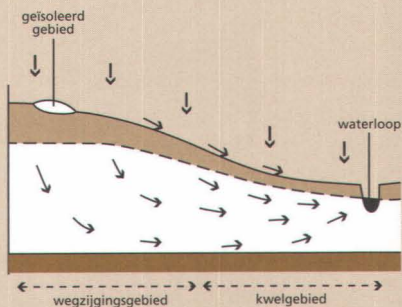
De indicaties van de vegetatietypen en plantensoorten kunnen worden overgedragen op de deelgebieden waarin ze voorkomen. Daardoor ontstaat een gedetailleerd beeld van de standplaatscondities die op de verschillende plekken in het landschap optreden. Schijnbaar tegenstrijdige indicaties, zoals het samen voorkomen van zuur- en basenminnende soorten, vragen om een verklaring (oorzaken zijn: gelaagdheid van de bodem of de karteringsschaal, ZIE PAR. 1.3).

Vervolgens kan naar verbanden worden gezocht tussen de standplaatscondities van de verschillende deelgebieden, de opbouw van het landschap en hydro-ecologische processen en factoren (ZIE FIG. D). Geologische, hydrologische en hydrochemische gegevens kunnen worden gebruikt voor het aanvullen of toetsen van het beeld van het systeem. Men geeft het geheel van de verklarende ideeën (de systeemanalyse) gewoonlijk vorm in een model of een landschapsschets (ZIE FIG. C). Het is in principe mogelijk op grond van 'de biotische' en 'abiotische'

FIG. D

**Waterkringloop en hydrochemie
(doorsnede gewijzigd naar van
Beusekom et al. 1990)**

- ↓ neerslag
- richting waterstroom
- bodemoppervlak
- - - freatisch vlak
- onverzadigde zone
- verzadigde zone
- ondoorlatende basis



De chemische samenstelling van het water, de waterkwaliteit, is van rechtstreeks belang voor de plantengroei, want voedingszouten zijn voor de planten alleen in opgeloste vorm opneembaar. De waterkwaliteit beïnvloedt tevens veel processen in de bodem en heeft zo ook een indirecte invloed op de vegetatie. De chemische samenstelling van het water verandert tijdens de waterkringloop.

De waterkringloop laat men meestal beginnen met de neerslag die op het bodemoppervlak valt. Een deel van dit water verdampt direct weer. De rest wordt uiteindelijk naar de zee afgevoerd, ten dele als oppervlaktewater via beken en rivieren, maar een ander gedeelte verblijft een tijdlang in de bodem. Infiltratie (het wegzakken of inzigen van water), stroming van het grondwater en exfiltratie (het uittreden van grondwater) hangen samen met het reliëf van een landschap.

De waterkwaliteit wordt bepaald door de opname van stoffen tijdens de hydrologische kringloop. Het neerslagwater is doorgaans zuur, nauwelijks gebufferd en mineralenarm. Infiltratiewater neemt uit de bodem minerale voedingsstoffen op. Door opname van calcium (Ca^{2+}) en bicarbonaat (HCO_3^-) wordt het water geleidelijk minder zuur en de pH neemt toe. Op den duur daalt het zuurstofgehalte van het water, waardoor ijzer (Fe) in oplossing kan gaan. Naarmate de weg die het water in de bodem aflegt langer is, wordt de kans op het passeren van mineralenrijke bodemlagen groter, en dan kan het water meer opnemen. De chemische samenstelling van het water in de wortelzone van de plant kan dus in wegzijgings- en kwelgebieden sterk verschillen. In duinsystemen infiltreert regenwater en er vormt zich een zoetwaterbel op het zoute grondwater (ZIE FIG. M, PAG. 35). Er kunnen bovendien lokale grondwatersystemen voorkomen. Water kan bijvoorbeeld infiltreren in een duin en vervolgens uitstromen in een nabij gelegen vallei.

pH, buffers, basenverzadiging en verzuring

De zuurgraad of pH van grondwater en bodem reguleren diverse processen in de wortelzone. De oplosbaarheid van allerlei stoffen varieert met de pH. Ook de mineralisatie van organische stof is afhankelijk van de pH. De pH is dus een belangrijke standplaatsfactor, die bepaalt welke en hoeveel voedingsstoffen voor de plant beschikbaar zijn, en ook aan welke en hoeveel giftige stoffen de plant wordt blootgesteld.

In de bodem spelen drie bufferende mechanismen een grote rol. Wanneer een bufferend mechanisme werkzaam is, verandert de pH (een tijdlang) niet wanneer zuur (regen)water toestroomt. Als in de bodem kalk (CaCO_3) aanwezig is, dan wordt de pH gebufferd doordat de kalk in oplossing gaat. In kalkarme bodems wordt een relatief hoge pH vooral bepaald door de bufferende werking van het 'adsorptie-complex' en eventueel door toestromend grondwater dat rijk is aan bicarbonaat (HCO_3^- en Ca^{2+}). Het adsorptiecomplex

heeft betrekking op bodemdeeltjes (vooral humus en klei) waaraan kationen (positieve ionen) gebonden worden. Het percentage bindingsplaatsen dat is bezet door tweewaardige kationen (Ca^{2+} , Mg^{2+} etc.) noemt men de basenverzadiging. Het adsorptie-complex werkt als een buffer doordat de tweewaardige kationen (vooral Ca^{2+}) bij toevoer van zuur uitgewisseld worden tegen waterstofionen (H^+). Als de basenverzadiging heel laag wordt, dan kan geen waterstof meer aan het adsorptiecomplex worden gebonden. Daarom is voor een blijvende bufferende werking van het adsorptiecomplex tenminste periodieke toestroming (kwel of capillaire opstijging) van basenrijk water noodzakelijk. Door de hoge concentratie tweewaardige kationen wordt dan namelijk de waterstof uit het adsorptiecomplex verdrongen en neemt de basenverzadiging weer toe. In af en toe door basenrijke kwel gevoede moerassen blijven in de wortelzone de omstandigheden dan ook neutraal.

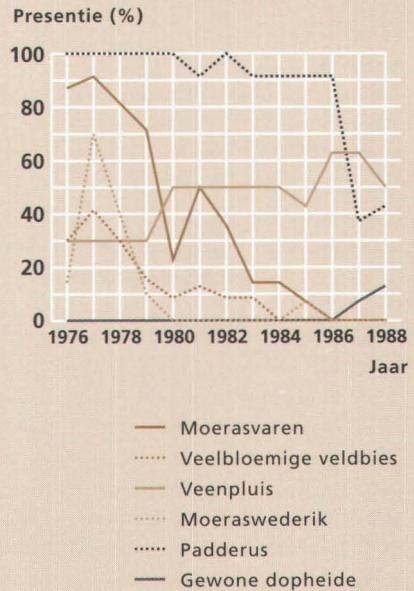
benaderingen afzonderlijk een model van een landschapssysteem te maken. Meestal worden ideeën en inzichten uit de verschillende vakgebieden gecombineerd. Dan is namelijk een verfijning en toetsing van het model mogelijk.

Indicatorsoorten, kwaliteitsbewaking en beheer

Door de analyse van veranderingen in het voorkomen van indicatorsoorten kunnen veranderingen in standplaatscondities worden opgemerkt (ZIE FIG. E). Zo kunnen indicatorsoorten worden gebruikt voor de kwaliteitsbewaking van natuurterreinen. Als informatiebron kunnen dienen: soortverspreidingskaarten uit verschillende jaren, vegetatiekaarten, tijdreeks-opnamen van permanente kwadraten en regelmatig herhaalde beschrijvingen van dezelfde proefvlakken. Men moet vooral bij vegetatiekaarten letten op een goede vergelijkbaarheid van de gegevens.

Veranderingen in soortensamenstelling leiden tot vragen naar de oorzaak en tot veronderstellingen over veranderingen die in het milieu zijn opgetreden (aan de hand van een systeemanalyse). Deze veronderstellingen kunnen vervolgens worden getoetst aan inzichten in de effecten van ingrepen die in het landschap hebben plaatsgevonden. Op basis daarvan kan men eventueel overgaan tot het nemen van compenserende beheersmaatregelen.

FIG. E



Een illustratie van het gebruik van indicatorsoorten ten behoeve van kwaliteitsbewaking. Het verloop van enkele soorten in een 14-tal proefvlakken in de Weerribben (naar Jalink, 1991).

1.3 Beperkingen of randvoorwaarden

Bij het gebruik van indicatorsoorten dient aan een aantal randvoorwaarden te worden voldaan. Het rekening houden met deze voorwaarden lijkt in eerste instantie een beperking, maar het levert in de praktijk een meerwaarde op doordat er extra inzicht in de ecosystemen verschaft wordt.

Wil men misverstanden voorkomen, dan is de eerste voorwaarde voor het gebruik, dat de indicatiewaarden in principe alleen toegepast worden op het landschapstype en het vegetatietype waarvoor ze zijn vastgesteld. Voor het gebruik van de indicatiewaarden van de tabellen in de voorliggende publicatie betekent dat: toepassing alleen in het landschapstype en in het vegetatietype dat bij de tabel vermeld is. Overgangen naar onvolledige, soortenarme gemeenschappen zijn bij het onderzoek betrokken. Meestal zijn deze verwerkt bij de gemeenschap waaruit zij zijn ontstaan, of waarvan zij een pioniersfase vormen, maar sommige zijn apart behandeld. In enkele gevallen zijn de indicatorsoorten niet voor één associatie maar voor een groep van associaties beschreven. Dit is gedaan wanneer overgangen tussen, of fijnschalige mozaïeken van deze vegetatietypen vaak in het veld optreden. Het gebruik van het systeem wordt zo vereenvoudigd. Het systeem is gedestilleerd uit een ruim opgezet onderzoek (ZIE PAR. 1.4) en omvat de belangrijkste vegetatietypen die in het landschapstype voorkomen. Helaas kan geen enkel systeem helemaal volledig zijn (wellicht zijn aanvullingen in de toekomst mogelijk).

Om goede conclusies te kunnen trekken, moet verder nog rekening gehouden worden met de invloed van de karteringsschaal en specifieke eigenschappen van plantensoorten (levensduur, bewortelingsdiepte, levensstrategie). Voor informatie over de specifieke soortgebonden eigenschappen van indicatorsoorten ZIE HOOFDSTUK 3.

In algemene zin worden de belangrijkste van de randvoorwaarden hieronder kort toegelicht.

Afhankelijkheid van landschapstype en vegetatietype

Standplaatsen van planten van dezelfde soort komen in het algemeen tamelijk goed overeen met betrekking tot zuurgraad, vochtigheid en voedselrijkdom. Daarom worden deze standplaatseisen van een soort vaak beschouwd als absoluut of onveranderlijk: 'Dotterbloem: zuurgraadbereik neutraal tot basisch, vochtigheidsbereik zeer nat tot nat' enzovoorts. Maar het is gebleken dat lijsten met zulke indicaties toch slechts beperkte geldigheid kunnen hebben. Een voorbeeld ter illustratie. Bitterzoet is algemeen in de voedselrijke moerassen in Nederland en de conclusie dat Bitterzoet gebonden is aan natte tot zeer natte standplaatsen ligt voor de hand. Maar wanneer men een kijkje gaat nemen in de (kalkrijke) duinen, ziet men dat Bitterzoet daar ook op droge standplaatsen voorkomt. Buiten de duinen komt Bitterzoet niet op droge standplaatsen voor omdat die niet voldoende kalk bevatten.

Verrassingen zoals bij Bitterzoet (ZIE OOK FIG. 6) zijn vrij zeldzaam, maar laten bijzonder duidelijk zien dat de eisen die een soort stelt, relatief zijn en niet absoluut. Algemener is de beperkte geldigheid van indicaties betreffende milieufactoren die indirect op de plant inwerken. Bijvoorbeeld, in de zandgebieden van het hogere zuidoostelijke deel

van Nederland is de verspreiding van bepaalde soorten goed te koppelen aan 'basenrijke kwel' die in beekdalen optreedt. In andere landschapstypen, o.a. laagveen-gebieden, vertonen dezelfde soorten veelal geen duidelijke relatie met kwel. Door de overheersende invloed van het oppervlakte-water zijn de omstandigheden daar namelijk nagenoeg overal voldoende basenrijk voor deze soorten. De betrokken soorten kunnen dus in het ene gebied wel als kwelindicatoren gebruikt worden, maar in het andere niet. Met andere woorden, de operationele factor (beschikbaarheid van basen) is in deze twee gevallen wel hetzelfde, maar de positionele factor (die deze beschikbaarheid stuurt) is in de twee landschapstypen verschillend (ZIE FIG. A).

Door de indicaties van plantensoorten te beperken tot een bepaald landschapstype dat geomorfologisch homogeen is, wordt de betrouwbaarheid en duidelijkheid aanzienlijk bevorderd. De verdere beperking van de indicaties tot een bepaald vegetatietype - of enkele sterk op elkaar lijkende vegetatietypen - bevordert de betrouwbaarheid en duidelijkheid in nog sterkere mate. Daardoor kan bovendien het indicatiebereik scherper worden begrensd. Verschillen en veranderingen kunnen op het laagste niveau, binnen de gemeenschap, nauwkeurig worden verklaard. (Klokjesgentiaan kan dienen als voorbeeld ter illustratie, ZIE FIG. G).

De indicaties die in deze publicatie worden gepresenteerd, zijn gedestilleerd uit onderzoek. Dat onderzoek is vooral gebaseerd op goed ontwikkelde voorbeelden van vegetatietypen. Zeer onvolledige gemeenschappen die het gevolg zijn van zeer sterke menselijke invloed, zijn weggelaten. Met betrekking tot indicaties hebben zij namelijk nauwelijks informatiewaarde en kunnen zij voeren tot verkeerde interpretaties.

FIG. F

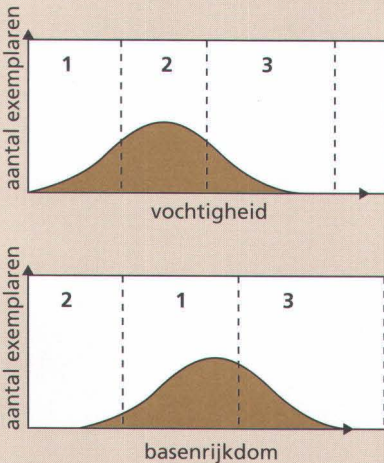
Voorbeeld van de samenhang tussen de indicatie van een soort en het landschap waarin zij voorkomt.



Zegroene zegge (*Carex flacca*) is in het kalkarme dekzandgebied van het Drents plateau gebonden aan toestroming van basenrijk grondwater (kwelindicator), terwijl deze soort op de krijtplateaus in Zuid-Limburg op vrij droge plaatsen voorkomt.

FIG. G

De 'eisen' van Klokjesgentiaan ten aanzien van vocht en basenrijkdom (fictieve curven).



- 1: Borstelgras-associatie
- 2: Dopheide-associatie
- 3: Blauwgrasland

Het figuur illustreert dat verschillen tussen milieufactoren nauwkeurig kunnen worden verklaard op het niveau van de laagste vegetatietypen. Klokjesgentiaan komt onder andere voor in de Dopheide-associatie en in Blauwgrasland. Als Klokjesgentiaan in een gemeenschap voorkomt die behoort tot de Associatie van Gewone dophei, betekent dat, dat de standplaats relatief basenrijk is voor de Dopheide-associatie. De standplaatsen van dat vegetatietype zijn namelijk veelal te zuur voor de soort. Als Klokjesgentiaan in een Blauwgrasland gevonden wordt, is de standplaats relatief droog en basenarm voor een Blauwgrasland. De standplaatsen van dat vegetatietype zijn namelijk veelal te nat en te basisch voor de soort.

De invloed van de mens, de cultuurdruk, is althans in intensieve landbouwgebieden zo sterk dat deze alles overschaduwt. De vegetatie wijst daar slechts op de cultuurinvloed.

Indicatie en karteringsschaal

De schaal die gebruikt is bij verzameling en weergave van de gegevens over verspreiding van soorten, kan een grote rol spelen bij het interpreteren van de indicaties. In principe dient de schaal van een indicatorsoorten-kartering af te hangen van de vraagstelling ter plekke en van de gewenste gedetailleerdheid van het antwoord. Wanneer in een gebied een combinatie van soorten met een tegenstrijdige indicatie gevonden wordt, kan dit het gevolg zijn van ofwel de aanwezigheid van een kleinschalig complex van verschillende standplaatsen ofwel een gelaagdheid in het ecosysteem. Daarom kan het voor een goed inzicht in sturende factoren nodig zijn om over te schakelen op een fijnere kaartschaal (bijvoorbeeld 1 : 500), vooral in natuurgebieden met belangrijke natuurwaarden en met een kleinschalige afwisseling van het milieu.

Eigenschappen van plantensoorten in relatie tot indicaties

De meeste plantensoorten hebben duidelijke, specifieke eigenschappen ontwikkeld in aanpassing aan een bepaald type milieu. Het is nodig met deze eigenschappen rekening te houden wanneer men gebruik maakt van een indicatorsoortensysteem. Om bijvoorbeeld verkeerde interpretaties door het optreden van 'naijlen' of door effecten van het beheer te voorkomen, dient men bij het opstellen van een plaatselijk monitorprogramma te zorgen dat de soortenlijst zowel eenjarige als meerjarige (snel of langzaam reagerende) soorten en diverse beheersindicatoren bevat (ZIE HIERONDER).

Daarnaast is het vooral van belang dat men bij de lokale interpretatie van de verspreiding van indicatorsoorten, of van veranderingen daarin, let op verschillen in bewortelingsdiepte. Om veranderingen op tijd te kunnen herkennen, is het nodig om in de lijst van een plaatselijk monitorproject ook een aantal ondiep wortelende indicatorsoorten op te nemen.

Levensduur en snel of langzaam reagerende, 'naijlende' soorten

Om in een terrein aanwezig te blijven, moeten soorten hun levenscyclus regelmatig kunnen doorlopen. Het terrein moet dus voor de plant geschikt zijn en blijven. Ze moet kunnen kiemen, groeien, bloeien en zaad zetten. Als op een bepaalde plek milieufactoren veranderen, kunnen daar nieuwe soorten verschijnen. Als de standplaats ongeschikt wordt voor bepaalde soorten, zullen deze uiteindelijk verdwijnen. Eén- en tweejarige soorten moeten zich steeds opnieuw vestigen (kiemen en opgroeien). Zolang ze aanwezig zijn, voldoet het milieu aan hun standplaatseisen, is dat niet meer het geval dan verdwijnen ze binnen enkele jaren. Door de snelle reactie zijn deze soorten met een korte levensduur zeer geschikt in monitorprojecten.

Meerjarige soorten reageren veel minder snel. Ze zijn daardoor ook minder geschikt om veranderingen op korte termijn op te sporen. Als ze zich eenmaal gevestigd hebben, kunnen ze het vaak jarenlang volhouden, ook al zouden ze zich niet opnieuw meer kunnen vestigen. Dit noemt men 'naijlen'. In gedegradeerde (afgetakelde) systemen geven sommige van deze naijlende soorten als erflaters (overblijfsels, relict) een indicatie over de vroegere situatie. Dit is van belang voor het reconstrueren van het verleden.

Soorten die 'naijlen' zijn dus de langlevende soorten die overblijven na een verandering. Vaak zijn dat de grote planten die het beeld van de vegetatie bepalen. Dan lijkt het in eerste instantie of er weinig veranderd is. Bekijkt men echter de gehele soortensamenstelling van de vegetatie, dan blijkt dat er wel degelijk veranderingen zijn opgetreden, dat namelijk bepaalde kortlevende soorten zijn verdwenen en eventueel andere zijn verschenen. De vegetatie als geheel ijlt dus niet na, alleen de meerjarige soorten doen dat.

Bewortelingsdiepte en gelaagdheid (stratificatie)

Op veel standplaatsen treedt in de bodem een gelaagdheid op van zuur water op neutraal water, van kalkarme op kalkrijke, of voedselarme op voedselrijke lagen. Zulke standplaatsen worden gekenmerkt door het gezamenlijk voorkomen van soorten met tegenstrijdige indicatiewaarden (basenminnende soorten samen met zuurminnende, of soorten van voedselrijke omstandigheden samen met soorten van voedselarme standplaatsen). Deze planten kunnen op dergelijke plekken naast elkaar voorkomen doordat zij op verschillende diepte wortelen. Het lijkt alleen maar zo - bovengronds - alsof zij in hetzelfde milieu voorkomen. Overigens zijn diepwortelende soorten vaak gróte planten en langlevende (meerjarige) soorten.

Levensstrategie en vegetatiebeheer

Veel waardevolle vegetatietypen zijn voor hun voortbestaan afhankelijk van een bepaald vegetatiebeheer. Bepaalde gemeenschappen moeten bijvoorbeeld periodiek gemaaid en gehooïd of begraasd worden. Dit vegetatiebeheer kan de concurrentieverhoudingen in een gemeenschap verschuiven en werkt (vooral) op drie manieren in op de vegetatie (ZIE FIG. H).

FIG. H*De relatie tussen vegetatiebeheer en de vegetatie*

| beheers- vorm: | tijdstip/ frequentie/ dichtheid: | mogelijk effect op standplaats: | verandering in factor:* | proces in vegetatie: |
|-------------------|--|---|--------------------------------------|---------------------------------------|
| maaien | te vroeg (te nat) | bodemverdich- ting, verstoring bodemprofiel | trofiegraad vochtvoor- ziening | verruiging verzuring |
| maaien | niet jaarlijks | strooiselophoping | trofiegraad of zuurgraad | verruiging verzuring |
| plaggen | te ondiep | organisch mate- riaal blijft achter | trofiegraad | verruiging |
| plaggen | te klein stuk | stagnatie van regenwater | zuurgraad | verzuring |
| begrazen | te lage dichtheid | strooiselophoping | trofiegraad of zuurgraad | verruiging verzuring |
| begrazen | te hoge dichtheid | vertrapping/ bodemverdichting bemesting | trofiegraad vochtvoor- ziening | degradatie verzuring |
| niets doen | jaarlijks | strooiselophoping | trofiegraad of zuurgraad | verzuring verruiging bosvorming |

De invloed van de verschillende hoofdbeheersvormen van het vegetatiebeheer hangt sterk af van het tijdstip van ingrijpen. De effecten kunnen worden beschreven als veranderingen in abiotische omstandigheden. Het schema geeft in grote lijnen een 'vertaling' van het vegetatiebeheer naar zulke parameters. Daarmee kan dit beheer aan andere beheersvormen worden gekoppeld. Als het toegepaste vegetatiebeheer niet het gewenste resultaat (doeltype) oplevert, kan het zijn dat het tijdstip moet worden bijgesteld. Het is ook mogelijk dat een rechtstreekse abiotische ingreep nodig is (bijvoorbeeld een wijziging van de afwatering van de duinvallei). Het optreden van verandering in de zuurgraad of trofiegraad (zie *) bij strooiselophoping is afhankelijk van het grondwaterregime. Bij hoge constante grondwaterstanden leidt strooiselophoping tot verzuring; bij schommelende waterstanden leidt strooiselophoping tot een grotere beschikbaarheid van voedingsstoffen en daarmee tot extra verruiging.

Ten eerste worden (meestal) voedingsstoffen afgevoerd en wordt de standplaats voedselarmer of treedt tenminste een minder snelle ophoping van voedingsstoffen op. Verder wordt door maaien, hooien of begrazen de structuur van de vegetatie veranderd, hetgeen invloed heeft op concurrentieverhoudingen met betrekking tot de factor licht. Door het ontstaan van openingen in de vegetatie worden mogelijkheden geschapen voor kieming en vestiging. Ten derde grijpt het beheer direct in op de levenscyclus van plantensoorten. De invloed van het beheer hangt dus sterk af van het tijdstip van ingrijpen. Dit tijdstip kan een reden zijn waarom een bepaalde soort achteruitgaat of ontbreekt. Als de periode waarin gemaaid wordt bijvoorbeeld samenvalt met de periode waarin een soort bloeit of waarin het zaad rijpt, dan zal deze soort daardoor niet in staat zijn rijpe zaden te vormen.

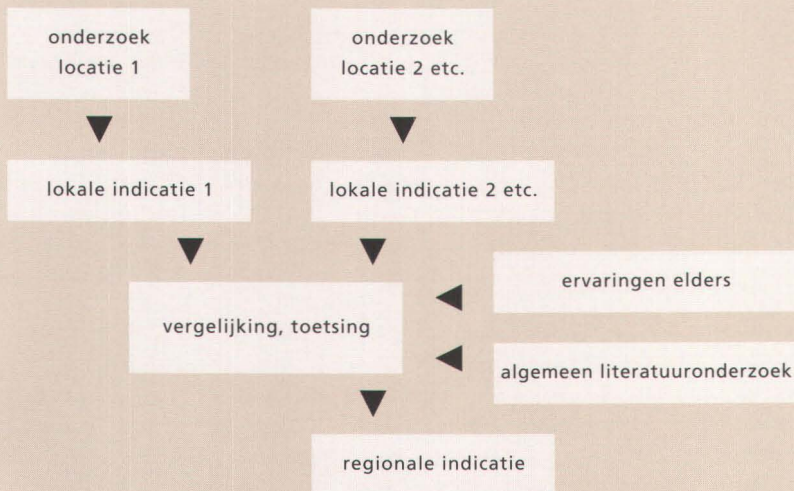
1.4 Werkmethode voor het onderzoek

De werkmethode voor het onderzoek naar indicatorsoorten zal hier in grote lijnen worden beschreven (ZIE 'PROJECT EN OPDRACHT' EN FIG. 1). Er wordt uitgegaan van een aantal concrete locaties, die voldoende representatief geacht worden voor een bepaald landschapstype. Deze locaties zijn bovendien zoveel mogelijk gespreid over de floradistricten (voor floradistricten: zie Van der Meijden et al., 1996). Van de locaties wordt de bestaande vegetatiekundige informatie verzameld en de variatie in de vegetatie beschreven en geanalyseerd en vervolgens in verband gebracht met bestaande geohydrologische, geohydrochemische, bodemkundige en beheersmatige gegevens. De interpretatie leidt tot een beeld van de indicatie van de aanwezige plantengemeenschappen ten aanzien van de beschreven standplaatsfactoren en geeft inzicht in de indicatie van de soorten binnen deze gemeenschappen. Het concrete resultaat van deze fase van het onderzoek is, voor iedere afzonderlijke locatie, onder andere een lijst met de indicaties van aanwezige vegetatietypen en (meestal) van afzonderlijke soorten die daarin voorkomen. De aldus bepaalde indicatiewaarden hebben een strikt lokale geldigheid.

In de volgende fase, de regionalisering, worden de resultaten van de verschillende locaties met elkaar vergeleken en daarna getoetst aan kennis over andere, vergelijkbare natuurgebieden (enerzijds via een algemene literatuurstudie, anderzijds op basis van ervaringen van de auteurs in andere terreinen). Het concrete resultaat van deze fase in het onderzoek is een (eventueel voor ieder afzonderlijk floradistrict) opgestelde beschouwing van de

FIG. 1

Schema van de werkmethode voor het onderzoek naar indicatorsoorten in lenshoogvenen.



vegetatiekundige variatie in het betreffende systeemtype en van de daaraan verbonden milieuomstandigheden; ook wordt voor ieder afzonderlijk vegetatietype een aantal soorten met duidelijke indicatie geselecteerd.

Bij de bewerking van het oorspronkelijke rapport (ZIE 'PROJECT EN OPDRACHT') werd de tekst sterk samengevat. Daarbij zijn enige wijzigingen aangebracht: vooral in de naamgeving van vegetatietypen, ter overeenstemming met de Landelijke vegetatietypologie van Staatsbosbeheer (ZIE PAR. 1.5).

Voor dit boek zijn enkele door zoet grond- of oppervlaktewater beïnvloede locaties van het Renodunaal district bestudeerd. In de tekst van deze publicatie verwijst een * naar de onderzochte locaties. Het gaat daarbij om matig kalkrijke tot min of meer ontkalkte valleien. De meest kalkrijke duinvalleien van het Renodunaal zijn

onderbelicht gebleven, omdat daarvan geen onderzoeksmateriaal ter beschikking stond toen dit onderzoek naar indicatorsoorten werd gestart. Verder zijn de brakke valleien buiten beschouwing gebleven. Daarom wordt een samenvattende beschrijving gegeven van gemeenschappen en indicatorsoorten van brakke standplaatsen op basis van de algemene literatuur ('AANVULLING VOOR BRAKWATERGEBIEDEN'; ZIE PAG. 88). Waar informatie over de invloed van saliniteit op het voorkomen van soorten in de geraadpleegde literatuur vermeld werd, is deze informatie in hoofdstuk 3 (noten) opgenomen. De indicatorsoorten van valleien van kalkarme duinen (Waddendistrict) worden beschreven in deel 6 van de 'serie indicatorsoorten'. Voor de indicatorsoorten van droge duinen raadpleegt men deel 8: Droge duinen; en voor gemeenschappen van zandige laagten buiten de kustduinen deel 5: Vennen.

1.5 Lijst van de belangrijkste vegetatietypen (hiërarchisch)

De indeling volgt de landelijke vegetatietypologie van Staatsbosbeheer.¹

AS= associatie RG= rompgemeenschap DG= derivaatgemeenschap OV= overgang

Oeverkruid-klasse (Littorelletea)

Verbond van Ongelijkbladig fonteinkruid (*Potamion graminei*)

*1 AS van Ongelijkbladig fonteinkruid (*Echinodoro-Potametum graminei*)

Verbond van Waternavel & Stijve moerasweegbree (*Hydrocotylo-Baldellion*)

*1 AS van Waterpunge & Oeverkruid (*Samolo-Littorelletum*)

Dwergbiezen-klasse (*Isoeto-Nanojuncetea*)

Dwergbiezen-verbond (*Nanocyperion flavescens*)

*2 Draadgentiaan-AS (*Cicendietum filiformis*)

Zeevetmuur-klasse (*Saginetea maritimae*)

Zeevetmuur-verbond (*Saginion maritimae*)

*2 AS van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia (*Centaurio-Saginetum*)

Klasse der kleine Zeggen (*Parvocaricetea*)

*5 RG Addertong/Duinriet

Verbond van Zwarte zegge (*Caricion nigrae*)

*3 RG Zwarte zegge/Moerasstruisgras

*3 AS van Drienvrige & Zwarte zegge (*Caricetum trinervi-nigrae*)

Knobbies-verbond (*Caricion davallianae*)

*4 RG Zeegroene zegge²

*4 Knobbies-AS (*Junco baltici-Schoenetum nigricantis*)

Klasse der heischrale graslanden (*Nardetea*)

Verbond der heischrale graslanden (*Nardo-Galion saxatilis*)

* 6 AS van Maanvaren en Vleugeltjesbloem (*Botrichio-Polygaletum*)

¹ en ² Noten zie pagina 26

NOTEN BIJ PAGINA 25:

- 1 Catalogus Vegetatietypen, Staatsbosbeheer, maart 2002 (dit is de recente bewerking van 'Staat der terreinen plus', afgekort SDT+ catalogus.) Deze typologie sluit in principe aan bij het project 'De vegetatie van Nederland' (Schaminée et al.). De resultaten van dit project zijn in vijf delen gepubliceerd in 1995–1999. Omdat de serie 'Indicatorsoorten' het werk van Schaminée et al. is blijven volgen, kunnen sommige namen van plantengemeenschappen in de later verschenen delen van de indicatorserie iets verschillen van die welke gebruikt werden in de eerder verschenen delen. De vegetatietypologie van Staatsbosbeheer wijkt op enkele punten af van de inzichten in 'De vegetatie van Nederland':
 - In de vegetatietypologie van Staatsbosbeheer worden meer rompgemeenschappen onderscheiden dan bij Schaminée et al.
 - Schaminée et al. (1995) onderscheiden de drie verbonden *Cicutio virosae*, *Caricion gracilis* en *Caricion elatae*. De vegetatietypologie van Staatsbosbeheer vat deze samen in één verbond, het *Magnocaricion*.
 - Schaminée et al. (1995) noemen het *Parnassio-Juncetum atricapilli* als associatie binnen het *Caricion davallianae*. De vegetatietypologie van Staatsbosbeheer beschrijft deze gemeenschap niet als associatie, maar als subassociatie van *Parnassia* & *Duinrus* van de *Knopbies*-associatie.
- 2 verbindt met het Zilver schoon-verbond

2

DUINVALLEIEN (KALKRIJKE DUINEN)

FIG. J

Definities voor valleien van kalkrijke duinen

In deze publicatie en bijbehorende tabellen zijn de volgende definities voor de absolute standplaatsindicaties gehanteerd ('kalkgehalte', 'hardheid' en 'alkaliteit' alleen in de tekst. Zie ook de legenda op de invouwflap).

| WATERREGIME | 1A | 1B | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|---------------------------|-------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------------|
| gem. waterstand in cm onder het maaiveld | | | 0-20 cm | 20-40 cm | 40-60 cm | 60-80 cm | >80 cm |
| inundatieduur 100% = 12 maanden | 12 mnd. | 6-12 mnd. | 2-6 mnd. | 0-2 mnd. | ca. 0 | 0 | 0 |
| hoogste waterstanden (onder maaiveld) | | | | | 10-30 cm | 20-40 cm | meestal dieper dan 40 cm |
| laagste waterstand + = boven maaiveld - = onder maaiveld | +10 cm | max. -30 cm | -30 tot -50 cm | -50 tot -70 cm | -70 tot -90 cm | -90 tot -105 cm | meestal dieper dan -105 cm |
| capillaire opstijging in de onverzadigde wortelzone | nooit, (altijd verzadigd) | permanen* | permanen* | permanen* | soms afwezig of onderbroken | langdurig onderbroken | nooit (of zo goed als nooit) |

permanen*: indien de bodem niet met water verzadigd is

In de bovenstaande tabel worden de duur en de hoogte van de waterstanden voor de verschillende klassen van waterregime voor valleien van kalkrijke duinen weergegeven. De inundatie(duur) wordt gewoonlijk uitgedrukt in een jaarpercentage (het deel

van een jaar dat het maaiveld onder water staat). In de tabel wordt de inundatieduur echter in maanden (mnd.) opgegeven. Met inundatie is bedoeld: waterstand boven het maaiveld.

WATERREGIME

- 1A** **aquatisch:** water permanent boven het bodemoppervlak; waterdiepte 10 cm of meer
- 1B** **zeer nat:** waterspiegel gemiddeld 0 - 10 cm boven maaiveld
- 2** **nat:** waterspiegel gemiddeld 0 - 20 cm onder maaiveld
- 3** **matig nat:** waterspiegel gemiddeld 20 - 40 cm onder maaiveld
- 4** **vochtig:** waterspiegel gemiddeld 40 - 60 cm onder maaiveld
- 5** **matig droog:** waterspiegel gemiddeld 60 - 80 cm onder maaiveld
- 6** **droog:** waterspiegel gemiddeld > 80 cm onder maaiveld

TROFIEGRAAD

- 1** **oligotroof/zeer voedselarm:** stikstof en fosfaat zijn nauwelijks beschikbaar voor de planten
- 2** **mesotroof/voedselarm:** stikstofarm en/of fosfaatarm
- 3** **zwak eutroof/zwak voedselrijk:** licht stikstof- en fosfaathoudend
- 4** **matig eutroof/matig voedselrijk:** matig stikstofrijk en matig fosfaatrijk
- 5** **eutroof/voedselrijk:** rijk aan stikstof en rijk aan fosfaat

De trofiegraad is een maat voor de beschikbaarheid van voedingsstoffen op een standplaats en wordt (in eerste instantie) afgeleid uit de productie van biomassa. De klassen gaan geleidelijk in elkaar over.

INUNDATIE

- langdurig tot permanent (>70%)
matig lange duur (30 - <70%)
korte duur (>0 - <30%)
inundatie afwezig

ZUURGRAAD

- 1** **basisch** pH >7,5
2 **neutraal** pH 6,5 - 7,5
3 **zwak zuur** pH 5,5 - 6,5
4 **matig zuur** pH 4,5 - 5,5
5 **zuur** pH <4,5

KALKGEHALTE

| | % CaCO ₃ |
|-------------|---------------------|
| kalkrijk | > 1,0 |
| kalkhoudend | 0,25 - 1,0 |
| kalkarm | < 0,25 |

ALKALITEIT

| | HCO ₃ ⁻ en CO ₃ ²⁻ in meq/l |
|-------------|--|
| hoog | 8,0 - 16,0 |
| matig hoog | 4,0 - 8,0 |
| middelmatig | 2,0 - 4,0 |
| matig laag | 1,0 - 2,0 |
| laag | 0,5 - 1,0 |
| zeer laag | 0 - 0,5 |

HARDHEID

| | Ca ²⁺ en Mg ²⁺ in mmol/l |
|--------------|---|
| extreem hard | 8,0 - 16,0 |
| zeer hard | 4,0 - 8,0 |
| hard | 2,0 - 4,0 |
| matig hard | 1,0 - 2,0 |
| zacht | 0,5 - 1,0 |
| zeer zacht | 0 - 0,5 |

2.1 Het systeem

VOOR EEN TOELICHTING VAN BEGRIPPEN ZIE FIG. J.

De stranden en duinen van de Nederlandse kuststrook vormen samen de Duindistricten: het Waddendistrict in het noorden en het Renodunaal district³ in het zuiden. De grens tussen beide districten ('kalkgrensgebied') ligt bij Bergen (NH). Het Renodunaal district, de Zeeuwse en de Hollandse kuststrook ten zuiden van Bergen, onderscheidt zich van het Waddendistrict door het voorkomen van een aantal 'stroomdalplanten' en het algemeen voorkomen van soorten van het Duinsterretjes-verbond.⁴ Het Waddendistrict wordt ten opzichte van het Renodunaal district gekenmerkt door het voorkomen van een heideflora. De beide Duindistricten verschillen ten aanzien van het kalkgehalte van het strand- en duinzand, en dit uit zich in die floristische

- 3 heette voorheen het Duindistrict (Van der Meijden et al., 1996).
- 4 De stroomdalsoorten hebben hun hoofdverspreiding langs de grote rivieren.
- 5 Bakker et al., 1979; Westhoff & Van Oosten, 1991
- 6 Als grens wordt in de literatuur soms 0,25% en soms 0,30% aangegeven.
- 7 Duinvalleien kunnen brak zijn, maar brakke valleien worden in deze publicatie niet in beschouwing genomen (ZIE PAG. 88). Voor droge delen van het duingebied zie de Indicatorenserie deel 8, Droge duinen.
- 8 hieronder vallen dus ook sommige strandvlakten en stuifkuilen. Strikt genomen is een duinvallei: een geheel door duinen ingesloten vlakte; en is een strandvlakte: een vlakte die niet, of niet geheel, door duinen is omgeven.
- 9 Informatie is vooral ontleend aan Bakker et al., 1979 en Doing, 1988.

verschillen.⁵ Het kalkgehalte (CaCO_3) van vers aangevoerd zand bedraagt in het Waddendistrict meestal 0,1% tot 2,5%. In het Renodunaal district is het kalkgehalte van vers aangevoerd zand over het algemeen veel hoger en bedraagt het meestal 3 tot 10%. Het vers aangevoerde zand is in het Waddendistrict dus relatief kalkarm ten opzichte van het Renodunaal district, maar het hoeft niet kalkarm in de zin van de standaardklassen te zijn (kalkarm $< 0,25\% \text{CaCO}_3$ ⁶; kalkhoudend 0,25-1,0% CaCO_3 en kalkrijk $> 1,0\% \text{CaCO}_3$). Het verse Renodunale zand is zowel relatief als absoluut gezien kalkrijk. Overigens is het zand van het Waddendistrict over het algemeen ook armer aan ijzer dan het zand van het Renodunaal district. Daardoor kan het in het Waddendistrict gemakkelijker verstuiven.

Het bovenbeschreven beeld geldt voor de districten als geheel en de vermelde kalkgehalten hebben alleen betrekking op het vers aangevoerde zand van het strand en heel jonge bodems (zie vervolg). De Nederlandse duinsystemen zijn landschappelijk en geologisch gezien relatief jong, maar aanzienlijke gedeelten van het duinlandschap zijn toch al ongeveer honderd jaar of langer gestabiliseerd. In de duingebieden waar het zand niet meer verstuift gaat het zand aan de oppervlakte ontkalken en verzuren (zie vervolg). Omdat ook in de meeste duinvalleien van het Renodunaal district de bodem niet meer zó 'jong' is, bevat het bovenste bodemlaagje er meestal beduidend minder kalk dan de diepere bodemlagen.

Onder **duinvalleien** is in deze publicatie te verstaan: de delen van het duingebied die binnen de invloedssfeer van zoet⁷ grond- of oppervlaktewater liggen.⁸ De vorm en grootte van de valleien variëren; ze kunnen een paar meter tot enkele honderden meters

lang of breed zijn. Over het algemeen is de bodem van de vallei min of meer vlak en vertoont de vallei enig zwak glooiend reliëf en kleine hoogteverschillen. De laagste gedeelten van de vallei kunnen periodiek of permanent met water gevuld zijn. Deze duinplassen zijn meestal niet dieper dan ca. 40 cm.

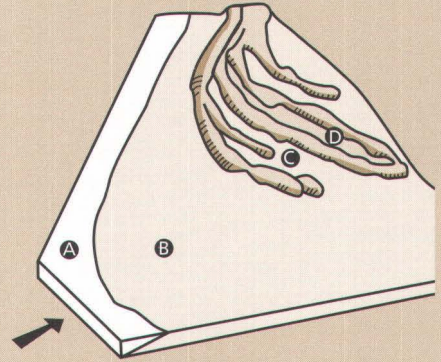
In heel jonge duinlandschappen bestaat een groot deel van de begroeiing uit pioniervegetaties, d.w.z. een open, primaire begroeiing van planten die zich vestigen op kale bodem (of in vegetatieloos water). Onder invloed van duinbeheer, stabilisatie van de bodem en successie zijn in de 20ste eeuw de pioniervegetaties in de Nederlandse kustduingebieden veelal achteruitgegaan of verdwenen. In zeer recente tijd zijn plaatselijk maatregelen genomen om de natuurlijke dynamiek meer ruimte te geven en zo opnieuw pioniervegetaties te laten ontstaan. Zo is bijvoorbeeld in de Schoorlse duinen in 1998 in het kader van natuurherstel een secundaire duinvallei aan overstroming door zeewater blootgesteld.

De vorming van duinen en duinvalleien⁹

Zee, wind, zand, mens, dier en vegetatie vormen de sleutelfactoren voor duinvorming. De zee kan zowel zand aan- als afvoeren. De verstuuving van zand en de plantengroei beïnvloeden elkaar wederzijds. De intensiteit van verstuuving bepaalt hoeveel zand verplaatst wordt en welke plantensoorten en vegetatietypen kunnen voorkomen. In welke mate zand wordt ingevangen en welk reliëf de kuststrook krijgt, wordt sterk bepaald door de vegetatie. De kuststrook bestaat uit een landschap van strandvlakten, duinen en stuifkuilen (ook wel windkuilen genoemd) en valleien. Vegetatiesuccessie kan uiteindelijk leiden

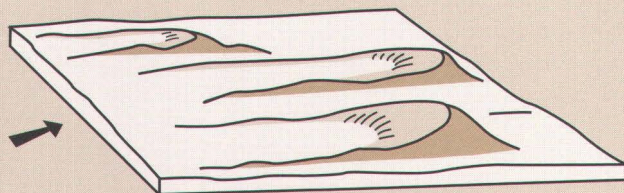
FIG. K

Primair duinlandschap
(naar Bakker et al., 1979).



Bij zandaanvoer vanuit zee (A) en kust-aangroei ontstaat een zwak hellende, brede, aangroeiende strandvlakte (B). Duinvorming start op de strandvlakte waar planten (vooral Biestarwegras en Helm) zand invangen. Er ontwikkelen zich primaire duintjes die op den duur een gesloten strook langs de zee gaan vormen: een zeereep. Dit proces van duinvorming kan zich diverse malen herhalen, waardoor een min of meer door duinen ingesloten strandvlakte (C) ontstaat, of een reeks van parallelle duinen en vlakten. Bij volledige afsnoering spreekt men niet meer van een strandvlakte maar van een primaire vallei (D). Tijdens de vorming van dit primaire duinlandschap treedt verzoeting en, in de lage delen, vernatting op (door stijging van de grondwaterspiegel in verband met vergroting van de zoetwaterbel). Het grondwater kan zo ver stijgen dat soms in het laagste deel van de vallei een duinplas ontstaat.

Secundair duinlandschap: stuifkuilen en valleien, paraboolduinen en loopduinen (naar Bakker et al., 1979).



Waar kustafslag plaatsvindt en de kust loodrecht op de richting van de overheersende (en voldoende krachtige) wind ligt zoals aan de Hollandse en Zeeuwse kust, kan de wind zoveel zand landinwaarts verplaatsen dat parabolisering van de zeereep optreedt. Een groot deel van het huidige Nederlandse duinlandschap is in het verleden gevormd door grootschalige secundaire duinvorming. Vaak heeft exploitatie van de duinen door de mens bij de vorming van de huidige duinlandschappen een rol gespeeld. Daarbij werd verstuiving bevorderd doordat de vegetatie min of meer

beschadigd werd of vernietigd. Inmiddels zijn de duinen door de mens vastgelegd en begroeid geraakt. Tegenwoordig treedt in Nederland parabolisering van de zeereep nauwelijks meer op. Zich verplaatsende loopduinen bestaan hier niet meer. Afgezien van enkele nog verstuivende paraboolduinen is verstuiving in de Nederlandse duinsystemen tegenwoordig vrijwel beperkt tot stuifkuilen in die duinlandschappen waar geen vastleggingsbeheer plaatsvindt en tot plaatsen waar maatregelen voor natuurherstel zijn genomen. Waar droog zand niet of nauwelijks is begroeid, gaat

tot stabilisatie van de duinen. De verstuiving kan door de mens worden beïnvloed: door exploitatie van de duinstreek worden bevorderd of door vastleggingsbeheer juist worden tegengegaan (ZIE PAG. 46). Het Nederlandse duingebied is voor een groot deel diverse malen verstoven. Als duinvorming of de vorming van duinvalleien bij een aangroeiende kust optreedt, dan spreekt men van primaire duinvorming, primaire duinen of valleien (ZIE FIG. K). Hernieuwde verstuiving bij een afslagkust leidt tot zogenaamde secundaire duinvorming (ZIE OOK FIG. L).

De verschillende vormen van samenspel van zee, wind en vegetatie zorgen voor uiteenlopende processen en doen verschillende typen van duinen en laagten ontstaan, die

naar de vorm en ontstaanswijze worden onderscheiden (bijvoorbeeld paraboolduin, loopduin, stuifkuil of secundaire duinvallei). Vaak is in Nederland een typering van de elementen in het veld niet eenvoudig, bijvoorbeeld omdat herhaaldelijk verstuiving is opgetreden.

Aan de Nederlandse kust heeft duinvorming tijdens een aantal perioden van het Holoceen plaatsgevonden. Veranderingen van de zeespiegel, kustafslag, klimaatschommelingen en menselijke activiteiten hebben grote invloed op het duinlandschap gehad. De oudste strandwallen (beginnend met door de branding opgeworpen zandbanken) ontstonden ca. 5500-3000 v. Chr. Duincomplexen die vóór 700 v. Chr. zijn

het gemakkelijk (opnieuw) verwaaien. Door uitstuiving kunnen in duincomplexen stuifkuilen ontstaan (die zijn altijd secundair). Het uitgeblazen zand wordt aan de lizijde van de kuil afgezet zodat daar een laag duintje kan ontstaan. Stuifkuilen breiden zich uit aan de zijde waaruit de wind afkomstig is (loefzijde).

Paraboolduinen (hier afgebeeld) zijn secundaire U-vormige duinen met een uitblazingsvallei tussen de 'armen' van de U. Ze kunnen zich met de wind mee verplaatsen. Als de holte zo diep wordt dat het grondwater bijna bereikt is, houdt het - dan vochtige - zand op met stuiven. De bodem wordt dan vlak en men spreekt dan niet meer van een stuifkuil maar van een secundaire duinvallei. Als in een droge zomer het grondwater tijdens de uitstuiving lager dan gewoonlijk staat, dan kan de stuifkuil dieper worden. Stijgt de grondwaterspiegel daarna weer, dan ontstaat een duinplas. Bij de vorming van het secundaire duinlandschap spelen een aantal planten en pioniervegetaties

een rol. Ze vestigen zich op het opstuwende zand of in de zich op den duur stabiliserende stuifkuilen en houden het zand vast (o.a. Helm, Duinzwenkgras, Buntgras, (korst)-mossen en algen). Paraboolduinen danken hun typische vorm aan verstuiving en aan de aanwezigheid van enige vegetatie op het duin.

In duingebieden waar het plantendek als gevolg van exploitatie geheel of grotendeels is vernietigd, ontstaan loopduinen (niet afgebeeld). Loopduinen danken hun vorm alleen aan de wind. Op het actieve loopduin (zoals dat vroeger voorkwam) is de instuiving zo sterk dat er geen planten kunnen groeien. Loopduinen hebben een sikkelvormig grondvlak. De loefzijde bestaat uit een flauw oplopende helling en de lizijde uit een steile helling (de punten van de sikkel wijzen de richting aan waar de wind heen gaat). Loopduinen verplaatsen zich mee met de overheersende wind en laten daarbij grote secundaire valleien achter die ook wel loopduinvlakten genoemd worden.

gevormd, worden in de geologie aangeduid met de naam Oude duinen (met een hoofdletter). Alle duinen die later zijn ontstaan, zijn - geologisch gezien - Jonge duinen. Aan de Zeeuwse en Hollandse kust resulteerden drie perioden van vorming van Jonge duinen in samenhang met parabolisering van de zeereep en aanvoer van vers kalkrijk zand uit de zee, in een vegetatie- en landschapszonerings loodrecht op de kust. Op de Zeeuwse eilanden zijn de duincomplexen uit de laatste periode vaak weer weggeslagen. Bij de vorming van het huidige landschap heeft de bevordering van verstuiving door de mens als gevolg van duinexploitatie (ZIE OOK FIG. 1) een bijzonder grote rol gespeeld. Vergeleken met de duinen van de waddeneilanden zijn de

Zeeuwse en Hollandse duinen over het algemeen in sterkere mate gestabiliseerd. Aan de Nederlandse kust wordt over het geheel genomen tegenwoordig meer kust afgeslagen dan er aangroeit. Op sommige plaatsen, met name op de waddeneilanden, vindt nog wel primaire duinvorming plaats. In het Renodunaal district, in gedeelten van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden, beginnen zich nieuwe duinvalleien te vormen waar kustaan-groei optreedt als gevolg van de afsluiting van zeearmen (en veranderde stromingspatronen) in het kader van de Deltawerken.

Salt-spray

De nabijheid van de zee - of de zoute zee-lucht - oefent een zekere invloed uit op duinterreinen. Men noemt deze invloed 'salt-spray'. Het neerslagwater bevat aan de kust hogere gehalten aan Mg, Na, Cl, K, Ca en SO₄ dan in het binnenland. Dit is voor een aanzienlijk deel een gevolg van aanvoer vanuit de zee.¹⁰ Door aanvoer van zout (NaCl) en basen heeft 'salt-spray' zowel een verzoutend effect als een bufferend effect tegen verzuring. Het verzoutende effect kan bij planten direct voor stress zorgen (verdroging). Het 'salt-spray' effect varieert aan de kust sterk, en is afhankelijk van de overheersende windrichting en de oriëntatie van de kustlijn. Aan de Hollandse kust vertonen Mg, Ca, Na, Cl en K in de richting van de zeereep gaande over het algemeen oplopende concentraties. Dit hangt samen met de loodrechte hoek die de overheersende westenwind met de kust maakt. Doordat de kustlijn in Zeeland wordt doorbroken door zeearmen en riviermondingen, kan het verloop van door salt-spray aangevoerde stoffen daar een complexer patroon vertonen. In de lage vegetaties van duinvalleien zijn de ecologische effecten van 'salt-spray' vermoedelijk gering. Er is vooralsnog echter tamelijk weinig bekend over de effecten van 'salt-spray'.¹¹ De aanvoer van zout (NaCl) door 'salt-spray' heeft wel een duidelijk effect op bomen en struiken: de groei wordt namelijk geremd.

Overstroming met zeewater

Op strandvlakten heeft de zee vrije toegang en in sommige duinvalleien kunnen overstromingen met zeewater optreden bij

10 Stuyfzand, 1993

11 Er is een recente literatuurstudie (Vertegaal, 1998; mededeling Q.L. Slings)

12 Drost & Muis, 1988

stormvloed. Vooral de zeer dichtbij de zee gelegen valleien kunnen incidenteel door zeewater worden overspoeld. Vegetaties van zoute en sterk brakke milieus vertonen in het geheel geen overeenkomst met de vegetaties van zoete milieus. Anders uitgedrukt: in zoute en sterk brakke milieus speelt de zoutfactor een alles overheersende rol. In verzoetende strandvlakten en verzoetende valleien (systeemtype *brakwatervallei*, ZIE PAR. 2.2) hebben verschillen in de inundatie met zeewater grote invloed op de vegetatiesamenstelling. De frequentie, de hoogte en het tijdstip van de overspoeling (in de winter of in de zomer) zijn van belang. Het zoutgehalte van de bodem fluctueert van jaar tot jaar en van seizoen tot seizoen in samenhang met de verdamping, inundatie- en neerslagverschillen en eventuele invloed van zoet grondwater. In de bodems van brakke duinvalleien kan het zoutgehalte door de indamping in droge, warme zomers bijzonder sterk oplopen.

Verstuiving en verjonging

Men kan zeggen dat door verstuiving (uit- en op/overstuiving) verjonging van de bodem - en daarmee ook van de vegetatie - plaatsvindt. Bij uitstuiving verschijnt het dieper liggende zand aan de oppervlakte. Dat dieper liggende zand is vaak minder ontkalkt of verzuurd, bevat geen organische stof en wordt als 'jong' beschouwd omdat bodemvormende processen daarop geen invloed gehad hebben. Verjonging van de bodem kan ook plaatsvinden doordat van elders, vanuit de zeereep bijvoorbeeld, met op- en overstuivend zand kalk (calciumcarbonaat) wordt aangevoerd op een duin. In verband met de algehele stabilisatie van de duingebieden (ZIE OOK PAG. 46) speelt tegenwoordig verstuiving in duinvalleien meestal een geringe rol; er ontstaan nauwelijks nieuwe secundaire duinvalleien. Valleien met jonge bodems zonder organische stof

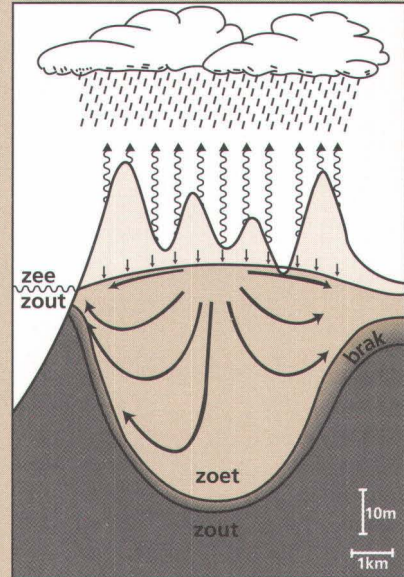
zijn schaars geworden. Om pioniersituaties te creëren, verwijderen beheerders in oude valleien soms de organische bovenste bodemlaag door de laag af te plaggen of machinaal weg te schuiven.

Over het algemeen is instabiliteit, zowel de op/overstuiving met zand als de uitstuiving, voor planten een grote stressfactor. Veel plantensoorten zijn niet in staat om te kiemen of om zich te handhaven op de instabiele zandbodems. Tegenwoordig is in de Nederlandse duinvalleien de meest algemene vorm van zandverplaatsing op- of overstuiving. Deze op/overstuiving kan gepaard gaan met enige stress voor de plant doordat ze met stuifzand bedekt raakt of verdroogt door ophoging van de bodem. Sommige planten kunnen zich bij de op/overstuiving in duinvalleien echter goed handhaven (bijvoorbeeld Kruidwilt en Duinriet).

Met het inwaaierende zand kan kalk (calcium-carbonaat) worden aangevoerd in een duinvallei, en dit kan resulteren in een verhoging van het kalkgehalte en een buffering van de bodem. Ook kunnen in duinvalleien extra voedingsstoffen beschikbaar komen in verband met op/overstuiving met stuifzand. Inwaaierend vers strandzand bevat veelal meer voedingsstoffen dan oud duinzand. Tevens kan overstuiving van organisch materiaal resulteren in een hogere beschikbaarheid van voedingsstoffen. Op plaatsen waar organische stof door zand is overstoven, komen meestal veel voedingsstoffen vrij als gevolg van een snelle mineralisatie van het overdekte materiaal.¹²

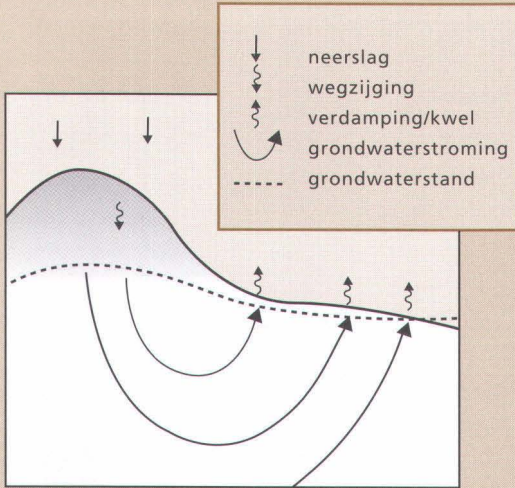
FIG. M

Schematische doorsnede van de zoetwaterbel in een duinmassief van de kust (naar Grootjans et al., 1995).



De pijlen geven de richting van grondwaterstromingen aan: langs de bolle bovenkant van de zoetwaterbel, vanaf het hoogste punt naar opzij en ook naar beneden. Het regionale grondwater kan plaatselijk de wortelzone van de vegetatie bereiken of uittreden als kwelwater, vooral in laaggelegen duinvalleien langs het buitenste deel van het duingebied.

Schematische doorsnede van een lokaal grondwatersysteem in een duincomplex.



Regenwater infiltreert in een duin(complex) en het water stroomt vervolgens naar een nabij gelegen vallei (pijlen geven de richting van de stroombanen aan). In de vallei treedt het water uit als kwelwater of het stroomt via capillaire opstijging door de onverzadigde zone omhoog naar de oppervlakte waar het verdampert (deels via de vegetatie). Als het onderweg calcium en bicarbonaat opneemt, kunnen in de vallei basenminnende vegetaties voorkomen.

Hydrologische processen en hydrochemie van duinvalleien¹³

Omdat het Nederlandse klimaat een neerslagoverschot vertoont en zoet water lichter is dan zout water, is in de duinmassieven van de Nederlandse kust een regionaal zoetwatersysteem aanwezig. Men noemt dit grondwatersysteem ook wel de zoetwaterbel. De bovenkant van de bel kan zich op enkele meters hoogte boven zeeniveau bevinden en de onderkant van de bel kan het zoute grondwater tot op grote diepte (tientallen meters diep) wegdrrukken (zie

FIG. M). Langs de bolle bovenkant van de zoetwaterbel treedt een stroming van grondwater op, vanaf het hoogste punt van de zoetwaterbel naar opzij en ook naar beneden. In duingebieden vormen zich ook lokale grondwatersystemen (een grondwaterbel in een klein, geïsoleerd duinsysteem of in één duin). Deze lokale systemen liggen boven op het regionale systeem.

Op de toppen van de duinen zakt regenwater in de bodem weg naar de lokale grondwaterbel. Het in de bodem infiltrerende water is doorgaans zuur, mineralenarm en arm aan HCO_3^- (ZIE FIG. D, PAG. 15). Als dit water door de kalkhoudende of kalkrijke zandlagen van de duinsystemen stroomt, kan het worden aangerijkt met Ca^{2+} en HCO_3^- en stijgt de pH.¹⁴ Grondwater kan langs het onderste deel van de duinhellingen en in duinvalleien uittreden als kwelwater of daar zo ver omhoogkomen dat het de wortelzone van de vegetatie bereikt. Of het nu vanuit een lokaal of

- 13 De inhoud van deze paragraaf is grotendeels ontleend aan Stuyfzand & Moberths, 1987; Stuyfzand, 1993; Bakker et al., 1981; Grootjans et al., 1995.
- 14 Infiltratiewater is zuur en bevat CO_2 en daardoor kan daarin calciumcarbonaat (CaCO_3) oplossen.
- 15 Niet zuur grondwater wordt veelal 'basenrijk' genoemd zonder daarvoor een exacte definitie te geven. ZIE OOK PARAGRAAF 2.2.

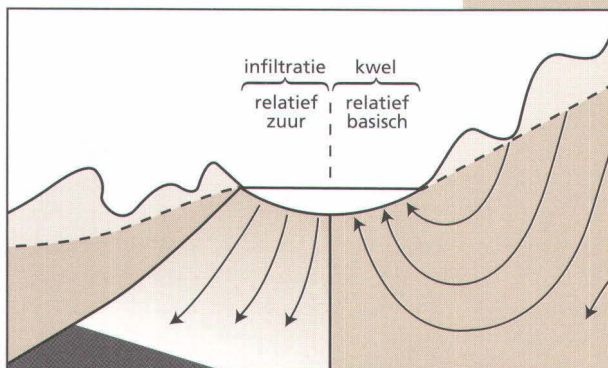
regionaal systeem toestroomt maakt niet uit, in de kalkrijke duinen (in de kustduinen van het Renodunale district) is al het grondwater dat opwelt doorgaans aangerijkt met bicarbonaat en calcium; het is 'basenrijk'¹⁵, neutraal tot basisch (pH >6,5). Regionaal grondwater welt vooral op in de laaggelegen duinvalleien die in het buitenste deel van het duinmassief liggen.

Veel van de duinvalleien (van het systeemtype *kwelvallei*, ZIE PAR. 2.2), die worden beïnvloed door met bicarbonaat en calcium aangerijkt grondwater bevinden zich in het buitenste gedeelte van het duinmassief. Daar stroomt het meeste grondwater naar toe. In het centrale gedeelte van ontkalkte duingebieden - op de top van de zoetwaterbel - bevinden zich vooral zure valleien (van het systeemtype *zure vallei* ZIE PAR. 2.2). Deze valleien zijn met betrekking tot hun watervoorziening aangewezen op basen-arm, met regenwater vermengd grondwater. Waar de duinsystemen nog niet zijn ont-kalkt, kunnen ook in centrale, hooggelegen valleien basenminnende vegetaties voorkomen (systeemtypen *kalkrijke vallei* of *kwelvallei*). In valleien die hoog in een ont-kalkt duinmassief liggen - nabij of op de top van de regionale zoetwaterbel - kunnen alleen basenminnende vegetaties voorkomen als er sprake is van aanvoer van

FIG. O

Schema van een kwelplassysteem in een duinvallei (doorsnede naar Grootjans et al., 1995 en Stuyfzand & Moberts, 1987

De pijlen geven de richting van waterstromingen aan. Een *kwelplassysteem* ligt in een deel van een duingebied waar de grondwaterspiegel (het freatische vlak) helt. De waterspiegel van een plas verloopt altijd horizontaal. Daarom vormt een duinplas in een gebied met een hellende grondwaterspiegel een getrapte onderbreking in die helling. In het hoger gelegen deel van een *kwelplassysteem* treedt kwel op, omdat er water toestroomt vanuit een (meestal lokaal) grondwatersysteem in de aangrenzende duinen. In het lagere deel treedt echter alleen infiltratie van oppervlakte- en regenwater op, geen kwel. Het deel van plas en oever dat bepaald wordt door infiltratie is basen-arm, d.w.z. arm aan bicarbonaat en calcium, het andere deel dat (al dan niet periodiek) bepaald wordt door kwel is aangerijkt met bicarbonaat en calcium.



Grondwater dat zuurstofloze bodem van de duinplas is gepasseerd



Grondwater dat niet in contact is geweest met zuurstofloze bodem van de duinplas

calcium- en bicarbonaatrijk grondwater uit een lokaal grondwatersysteem. Dit type van *kwelvallei* is bijzonder gevoelig voor variaties in het neerslagoverschot én voor ingrepen in de waterhuishouding van de directe omgeving.¹⁶ Wanneer het basenrijke grondwater het maaiveld of de wortelzone niet meer kan bereiken, kan verzuring optreden en kunnen basenminnende planten verdwijnen.

Als in een duinvallei plassen aanwezig zijn, kunnen deze plassen grondwaterstromingen beïnvloeden; men spreekt dan van een *kwelplassysteem* (ZIE FIG. O) of *ademplassysteem* (ZIE FIG. P).¹⁷ Combinaties van kwelplas- en ademplassystemen komen ook wel voor. In kalkrijke duingebieden vertonen deze systemen in de praktijk weinig verschil in standplaatscondities en vegetatiezonering. Men laat daarom het onderscheid tussen kwel- en ademplassysteem veelal in het midden.

Waterregime

Het waterregime, ofwel de vochtigheidsgraad van de bodem in de loop van de seizoenen, heeft direct en indirect invloed op de vegetatie. Indirect, omdat het waterregime bijvoorbeeld invloed uitoefent op de trofiegraad en de zuurgraad van een standplaats. Direct, omdat er al dan geen water boven het maaiveld staat of de wortelzone (of bewortelde zone)¹⁸ al dan niet met water verzadigd of vochtig is (ZIE OOK FIG. J).

Als we kijken naar de directe invloed lijken voor vegetaties van duinvalleien in het Renodunaal district met name de inundatieduur en de duur van hoge grondwaterstanden van belang te zijn. Verder heeft ook de laagste grondwaterstand van het jaar enige invloed op de vegetatiesamenstelling.¹⁹ In de referentielocaties van het Renodunaal district (ZIE HOOFDSTUK 4) is de laagste grondwaterstand sterk gecorreleerd met de gemiddelde en mediane²⁰ grondwaterstand. De hoogste grondwaterstand vertoont deze correlatie in mindere mate. Waarschijnlijk kunnen de grondwaterstanden in de onderzochte gebieden niet boven een bepaald niveau stijgen omdat op dat niveau afvoer van water over het maaiveld optreedt (naar andere valleien).

Permanent hoge (grond)waterstanden gaan in duinvalleien van nature haast altijd samen met stikstofarme omstandigheden. Ze remmen de mineralisatieprocessen en ze bemoeilijken zodoende de groei van die plantensoorten die veel biomassa produceren en veel voedingsstoffen nodig hebben. Ook kunnen hoge grondwaterstanden de groei van plantensoorten beperken, omdat de bodems dan zuurstofarm of zuurstofloos zijn. Onder zuurstofloze omstandigheden kunnen alleen speciaal aan deze omstandigheden aangepaste plantensoorten groeien (bijvoorbeeld soorten die lucht-

16 Grootjans et al., 1995

17 De beschrijvingen van deze twee systemen zijn hier summier gehouden. Voor meer informatie zie het basisrapport, Stuyfzand & Moberts (1987), Grootjans et al. (1995) en De Haan et al. (1997). Een ademplassysteem functioneert hydrologisch gezien net zo als een ven dat door grond- en regenwater gevoed wordt (Indicatorenserie deel 5, Vennen).

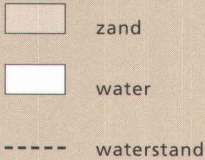
18 De bodemlaag waarin de levende wortels aanwezig zijn.

19 Bakker et al. (1981), Grootjans et al. (1995) en Den Ouden & Jalink, 1995

20 De gemiddelde grondwaterstand is de rekenkundig bepaalde gemiddelde waarde; de mediane grondwaterstand is die waarde die de helft van het jaar (365 : 2) wordt overschreden (en 'onderschreden').

FIG. P

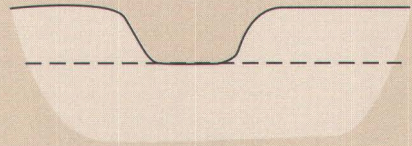
Schema's van een ademplantysteem in een duinvallei op verschillende tijdstippen (doorsnedes naar De Haan et al., 1997).



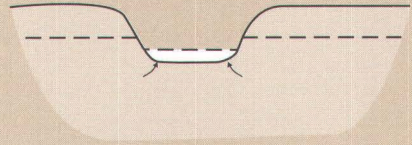
Een ademplantysteem ligt in een deel van een duinvallei waar de grondwaterspiegel horizontaal verloopt (dit in tegenstelling tot een kwelplantysteem). Een ademplantysteem heeft betrekking op een duinplas waarvan het peil wisselt met de seizoenen. In de zomer van droge jaren droogt de plas helemaal op (A).

Als het na een droge tijd gaat regenen, stijgt de grondwaterstand in de vallei en stijgt het peil in de plas. De grondwaterspiegel in de vallei stijgt sneller en daalt langzamer dan het peil van de plas, omdat in de bodem (in de poriën tussen bodemdeeltjes) minder plaats is voor water dan in een even grote luchtruimte boven het bodem- en oppervlak. In deze periode (meestal in de winter) treedt langs de oever van de (periodieke) duinplas toestroming en kwel van grondwater op (B).

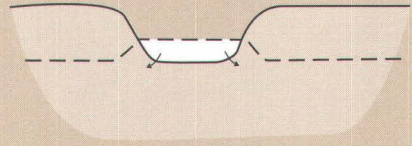
Als het daarna enige tijd niet regent, gaat verdamping een rol spelen en daalt de waterspiegel van de plas. De grondwater-toestroming houdt (meestal in het voorjaar) op, en bij langer aanhoudende droogte treedt in de plas en in de vallei eromheen infiltratie van regenwater en oppervlaktewater op (C).



A. tijdens zomers van droge jaren



B. na een neerslagrijke periode



C. na een daarop volgende neerslagarme periode

De plas functioneert als een pomp die de stromingen van basenhoudend grondwater en regenwaterachtig oppervlaktewater versterkt. In een (relatief) kalkarm duingebied wordt dit systeem gekenmerkt door een gelaagdheid (stratificatie) ten aanzien van het basengehalte in en rond de plas, met basenarme tot zure omstandigheden in de bovenste bodem- en waterlaag. Dit kan resulteren in een interessante zonering van min of meer zuurminnende tot puur basenminnende plantensoorten rond de plas.

kanalen in de wortels hebben). Permanent of tijdelijk hoge grondwaterstanden kunnen samengaan met een toevoer van bicarbonaat en calcium (ZIE BOVEN). Dit leidt dan tot gebufferde omstandigheden en de aanwezigheid van basenminnende plantensoorten.

In duinvalleien is de grond- en oppervlakte-waterstand in sterke mate afhankelijk van schommelingen in het neerslagoverschot. De neerslag is over het algemeen vrij regelmatig verdeeld over het jaar. Toch treden in duinvalleien betrekkelijk grote fluctuaties van de grondwaterstand op. Deze fluctuaties worden vooral veroorzaakt doordat in de warme zomerperiode een grotere verdamping plaatsvindt dan in de andere seizoenen. De door de vier seizoenen van de jaarperiode bepaalde fluctuatie wordt in deze publicatie **seizoensfluctuatie** genoemd.²¹ In de referentielocaties voor het Renodunaal district (ZIE HOOFDSTUK 4) zijn seizoensfluctuaties van 0,2 tot 1,6 m gemeten. Het neerslagoverschot wisselt niet alleen binnen één jaar, maar ook van jaar tot jaar en men kan (relatief) natte respectievelijk (relatief) droge jaren in samenhang met het neerslagoverschot onderscheiden. Veel soorten die vooral op basische of neutrale standplaatsen met winterinundatie groeien, verdragen geen inundatie in de zomer. Hun zaden kiemen alleen dan wanneer het maai-veld niet onder water staat of hun wortels en knollen lopen alleen dan uit (ZIE OOK PAG. 52). Veel duinvalleien vertonen een van jaar tot jaar sterk variërende vegetatiesamenstelling die in samenhang staat met neerslagverschillen.²² In valleien met zeewaterinvloed (*brakwatervallei*) zorgen zulke neerslagverschillen tevens voor fluctuatie van het zoutgehalte in de bodem. Dit heeft een bijzonder grote invloed op de vegetatie.

Verdroging en vernatting als gevolg van natuurlijke processen

In duingebieden waar kustaangroei plaatsvindt, kunnen oude valleien vernatten terwijl een nieuwe zeereep en nieuwe primaire valleien gevormd worden. De zoetwaterbel wordt dan namelijk groter en daardoor stijgt de grondwaterspiegel in het oude duingebied. Waar kustafslag plaatsvindt, wordt daarentegen de zoetwaterbel veelal kleiner. Als gevolg daarvan kunnen duinvalleien verdrogen.

In duinvalleien die in, of in de omgeving van verstuivende duincomplexen liggen, kan zand vanuit die verstuivingen inwaaien (ZIE BOVEN). Als gevolg daarvan treedt in die duinvalleien een ophoging van het maai-veld op die samengaat met een droger worden van het terrein.

Veranderingen in het waterregime kunnen in duinvalleien dus het gevolg zijn van natuurlijke processen (kustaangroei, kustafslag en op/overstuiving). Vaak is verdroging en vernatting echter een gevolg van ingrepen in de lokale of regionale waterhuishouding, dat wil zeggen van ontwatering of opstuiving van water (ZIE VERVOLG).

Zuurgraad, verzuring en buffering

In de bodem beïnvloeden het bicarbonaatgehalte van het bodemwater en het kalkgehalte (meestal calciumcarbonaat, CaCO_3) van het bodemmateriaal de zuurgraad (pH).²³ Jonge duinbodems hebben vaak een hoge pH (ze zijn dan basisch of neutraal) en daarbij spelen diverse bufferingsmechanismen een rol. Het infiltrerende regenwater lost schelpkalk (calciumcarbonaat) op. Op plaatsen waar regenwater in de duinbodem wegzakt, vindt afvoer van basen (bicarbonaat) en calcium uit de duinbodem plaats. Doordat op korte of lange duur de buffers uitgeput raken, treedt dan een natuurlijke **verzuring** van de duinbodem op. Sterke verzuring gaat veelal

gepaard met afnemende mineralisatie en met opbouw van organische stof. Er ontstaat daarbij een dikke humushoudende of venige bodemlaag. Verzuring treedt mede op door de vorming van humuszuren, nitrificatie, productie van koolzuur en door waterstofionen die door plantenwortels worden uitgescheiden (of als gevolg van luchtvervuiling extra worden aangevoerd vanuit de atmosfeer; ZIE PAG. 48). Voor een blijvende bufferende werking (ZIE OOK FIG. D, PAG. 15) moet af en toe een aanvulling van bufferende stoffen plaatsvinden. Een aantal mechanismen kan de buffering tegen verzuring (tijdelijk) in stand houden. Die beschrijven we hieronder. De bufferende werking van salt-spray en verstuiving is hierboven al genoemd.

In infiltratiegebieden begint de verzuring in het bovenste bodemlaagje, waardoor in de bodem een gelaagdheid ten aanzien van de zuurgraad (eventueel samengaand met gelaagdheid in de mate van ontkalking) kan ontstaan. Soms kan zulk een gelaagdheid worden omgekeerd.

Buffering door calcium en bicarbonaat, toegevoerd met zeewater

In vlakke en laaggelegen duingebieden die nog niet geheel van de zee zijn afgesloten zijn overstromingen met zeewater of brak water mogelijk. Zout of brak water voert onder andere bicarbonaat, calcium en magnesium aan en het zorgt in deze duinvalleien voor een buffering bij een gemiddelde pH van 7 tot 8.²⁴

Buffering door bodemkalk

In kalkrijke duingebieden speelt vooral buffering door (bodem)kalk een rol, dat wil zeggen een buffering door het oplossen van carbonaten (vooral CaCO_3 en in mindere mate ook MgCO_3) die in de bodem aanwezig zijn. Calciumcarbonaat, ook wel calciet of kalk genoemd, is in duinzand

aanwezig als schelpenfragmenten. Zolang het CaCO_3 -gehalte meer dan 0,25 - 0,30% bedraagt, buffert calciumcarbonaat de pH.²⁵ Eventueel in de bodem aanwezige organische stof verlaagt de pH-waarde rond welke de buffering plaatsvindt.²⁶ Soorten die basische omstandigheden mijden (zoals Dwergvlas) kunnen in kalkhoudende- en kalkrijke duingebieden alleen voorkomen op humushoudende bodem, op humusloze bodems is de pH te hoog. Als het kalkgehalte van de duingebieden beneden de grenswaarde van 0,25 - 0,30% is gedaald, wordt de buffering door het adsorptiecomplex van de bodem overgenomen (en in mindere mate ook door oplossing van veldspaat).

In kalkhoudende bodems in infiltratiegebieden gaan ontkalking en verzuring hand in hand. In zulke bodems ontstaat in de

21 Soms wordt in deze publicatie nog een nader onderscheid gemaakt tussen 'fluctuatie-index' voor metingen over een korte termijn en 'amplitude' voor metingen over een hele jaarperiode.

22 Sýkora, 1978b; Van der Laan, 1978, 1979a+b; Van Tooren et al. 1983; Grootjans et al. 1988 en 1991

23 Alkaliteit, pH, basengehalte en bufferingsgraad beschrijven sterk aan elkaar gekoppelde eigenschappen. Voor indicaties in duinvalleien is van dit factorencomplex vooral de pH gebruikt.

24 Grootjans et al., 1995

25 Boerboom, 1963; Leertouwer, 1967; Rozema et al., 1985; Grootjans et al., 1988 en 1990; De Haan et al., 1997 en zie hoofdstuk 4. Bij kalkbuffering treedt in de humusarme (<2,5% organische stof) zandbodems van duinvalleien een gemiddelde pH(H_2O) op van 8,0; in humeuze (>2,5% organische stof) zandbodems is de gemiddelde pH (H_2O) dan 6,7 (Grootjans et al., 1991).

26 zie vorige voetnoot.

bodem een scherpe horizontale grens tussen al dan niet ontkalkte en verzuurde lagen. Waarschijnlijk beïnvloedt ook de grootte van schelpenfragmenten de pH in duinvalleien van het Renudunaal district. Mogelijk is de pH in bodems met grove schelpenfragmenten (in *R-landschap*)²⁷ lager dan in bodems met fijne schelpenfragmenten (*H-landschap* en *K-landschap*).

Buffering door calcium en bicarbonaat, toegevoerd met grondwater

In kalkarme duinvalleien (kalkgehalte minder dan 0,25%), speelt een buffering door grondwater (en het adsorptiecomplex van de bodem) vaak een belangrijke rol. Grondwater kan tijdens zijn weg door de bodem aangerijkt worden met bicarbonaat en calcium (ZIE BOVEN). In duinvalleien die door zulk grondwater worden gevoed, is het gehalte aan bicarbonaat en calcium relatief hoog. Hoe meer bicarbonaat aanwezig is, hoe meer zuur (H^+) kan worden geneutraliseerd, dus hoe hoger de buffercapaciteit tegen verzuring is.²⁸ De toestroming van grondwater (eventueel in samenhang met het adsorptiecomplex van de bodem) kan de buffering in duinvalleien langdurig op peil houden.²⁹

In sommige duinvalleien hebben zich min of meer basenminnende plantengemeenschappen door toestroming van bicarbonaatrijk grondwater (afkomstig uit regionale of lokale grondwatersystemen; ZIE BOVEN) decennia lang kunnen handhaven (bijvoorbeeld vegetaties behorend tot de Knopbies-associatie of de Associatie van Waterpunge & Oeverkruid, ZIE PARAGRAAF 2.2 EN 2.3). Wanneer met het grondwater zoveel bicarbonaat en calcium wordt aangevoerd dat een evenwicht tussen aanvoer en uitloging van mineralen en basen ontstaat, kan de buffering voor onbepaalde tijd werkzaam blijven. Meestal treedt echter na verloop van tijd toch verzuring op. Voor langdurige handhaving van de buffering is in een situatie waarin organische stof afwezig is, een constante of betrekkelijk vaak herhaalde toevoer van bufferende stoffen noodzakelijk; een geringe hoeveelheid is dan echter voldoende om het adsorptiecomplex aan te vullen.

In kalkarme (maar niet te zure) bodems van duinvalleien kan het gehalte aan organische stof een cruciale invloed uitoefenen op de buffering van de pH doordat de aanwezige organische stof de capaciteit van het adsorptiecomplex in de bodem vergroot (ZIE FIG. D PAG. 15). De humeuze zandbodems van duinvalleien neutraliseren veelal meer zuur dan de humusarme zandbodems en een toevoer van basen is in humeuze bodems dan ook minder vaak nodig voor het handhaven van de buffering. Wanneer eenmaal een lage basenverzadiging is ontstaan, vergt de aanvulling van het adsorptiecomplex in humeuze zandbodems echter een grotere hoeveelheid basen dan in humusarme zandbodems.

27 Doing (1988). Zie ook indicatorenserie deel 8 (Droge duinen).

28 De chemische reactie bij buffering door bicarbonaat verloopt als volgt:
 $HCO_3^- + H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O$.

29 Bij buffering door het adsorptiecomplex is de gemiddelde pH 6,5 - 4,5 (Stuyfzand, 1993). Sival (1997) vermeldt een pH(H_2O) van ca. 6 voor een buffering die is geconditioneerd door het adsorptiecomplex en een toevoer van basenrijk grondwater.

Om invloed uit te kunnen oefenen op de vegetatie hoeft een toevoer van basen, bicarbonaat en calcium via het grondwater niet samen te gaan met het uitstroom van grondwater aan het maaiveld (kwel) of een inundatie waarbij een (tijdelijke) zoetwaterplas ontstaat. Het basenhoudende grondwater kan ook invloed uitoefenen op de vegetatie als de grondwaterstand zich iets onder het maaiveld bevindt. Zelfs bij een grondwaterstand onder de wortelzone kan een gedeelte van het grondwater - en dus ook basen en opgelost bicarbonaat en calcium - de planten bereiken. De invloed van het grondwater komt dan tot voort uit **capillaire opstijging**. De grondwaterspiegel mag zich daarvoor niet té diep onder de wortelzone bevinden en de hoeveelheid water die de planten bereikt is gering. Capillaire opstijging vindt alleen in de zogenaamde onverzadigde zone van de bodem plaats (ZIE OOK FIG. D). Het is een (zwakke) opwaartse stroming van grondwater die plaatsvindt via fijne openingen tussen bodemdeeltjes (capillairen).³⁰ Het merendeel van het water verdwijnt weer door verdamping aan het maaiveld en door transpiratie van de vegetatie. In duinbodems wordt de capillaire opstijging in een onverzadigde wortelzone onderbroken (ZIE OOK FIG. J) zodra de grondwaterstand dieper dan 65 cm beneden het maaiveld zakt.³¹ Een relatief sterke capillaire opstijging in combinatie met verdamping kan leiden tot een secundaire afzetting van korstjes van calciumcarbonaat in de bovenste bodemlaag en op het bodemoppervlak.³² In valleien kan zowel directe toevoer van grondwater als capillaire nalevering van betekenis zijn voor de vegetatie. De directe toevoer treedt dan op in het natte winterhalfjaar; de capillaire nalevering vindt plaats tijdens het droge zomerseizoen wanneer een onverzadigde wortelzone is ontstaan.

Voedingsstoffen, vorming van organische stof en mineralisatie

Voor de vegetatie speelt de hoeveelheid beschikbare voedingsstoffen in de bodem altijd een grote rol. Gebrek aan voedingsstoffen, ook nutriënten genoemd, beperkt de groei. In het algemeen zijn vooral de beschikbare stikstof (N), fosfor (P) en kalium (K) van belang (nutriënten in complexe of niet-opgeloste vorm zijn niet beschikbaar voor de planten). In kustduinen is aan K geen gebrek³³; de zee ('salt-spray') zorgt voor constante aanvoer van K. In duinbodems is derhalve de aanwezige beschikbare stikstof en/of fosfor bepalend voor de trofiegraad (ZIE FIG. J).³⁴ In de kalkhoudende en kalkrijke bodems van het Renodunaal district neemt bij ontkalking en verzuring de beschikbare P toe doordat calciumfosfaten in oplossing gaan.³⁵ De jonge duinbodems zijn meestal voedselarm. Wanneer zich in duinvalleisystemen organisch materiaal vormt en een bodemontwikkeling plaatsvindt, komen voedingsstoffen beschikbaar als gevolg van mineralisatieprocessen. Verder

30 TNO, 1986

31 Grootjans et al., 1995

32 Grootjans et al., 1995, Sival, 1997.

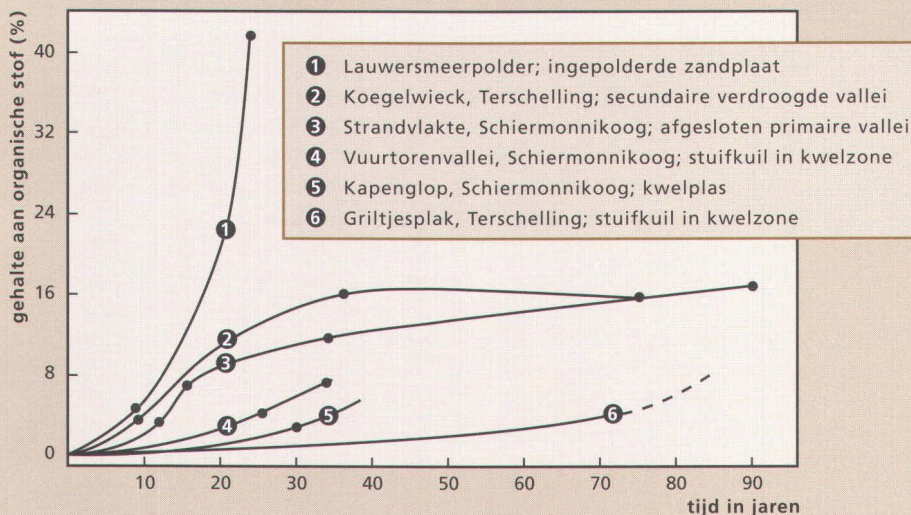
33 Willis & Yemm, 1961; Willis, 1963; Atkinson, 1973; Pemadasa & Lovell, 1974, Kachi & Herose, 1983; Olf et al., 1992.

34 Studies in duinvalleien wijzen op N-beperking of een combinatie van N- en P-beperking: Willis & Yemm, 1961; Kachi & Hirose, 1983; Olf et al., 1992; Grootjans et al., 1995; Koerselman, 1992; Koerselman & Meuleman, 1994. Volgens Lammerts en Grootjans (1997) lijkt op standplaatsen van de Knopbies-associatie meestal een co-limitatie van N en P op te treden. Verschillen in verhouding hebben weinig effect op de hoeveelheid biomassa die deze gemeenschap produceert (ZIE OOK PARAGRAAF 2.3 onder Knopbies-associatie).

35 Kooijman et al., 1996.

FIG. Q

De snelheid waarmee organische stof in duinvalleien wordt opgebouwd
(naar Grootjans et al., 1995).



De hoeveelheid organische stof (in % van de bovenste bodemlaag) is op verschillende plaatsen op diverse tijdstippen gemeten (zwarte punten) en verder via interpolatie ingevuld of ingeschat aan de hand van

oude beschrijvingen (doorgetrokken lijnen en streepjes). Met 'stuifkuil in kwelzone' is een in een kwelgebied liggende stuifkuil bedoeld die is uitgestoven tot op het niveau van de grondwaterspiegel.

kunnen in duinvalleien voedingsstoffen aangevoerd worden of vrijkomen (ZIE VOORGAANDE TEKST) als gevolg van op/overstuiving met stuifzand, door 'salt-spray' of door slibafzetting bij overstromingen met zeewater, en ook door activiteiten van de mens.

36 De begrippen 'organische stof' en 'humus' worden veelal als synoniemen gebruikt. In deze publicatie wordt een gebruik van 'organische stof' geprefereerd, waarbij daaronder zowel humus, als strooisel en veen is te verstaan. Humus is dan alleen de substantie die als gevolg van afbraak van organisch materiaal ontstaat.

Zodra de bodem van de duinvallei begroeid raakt en opbouw en afbraak van strooisel en wortels plaats gaat vinden, neemt het gehalte aan organische stof in de bodem toe. Het duurt echter een poos voordat de bodemvorming goed op gang komt. De organische stof bouwt zich dan geleidelijk op in de bovenste bodemlaag (A1-horizont). De toename van het gehalte aan organische stof is samen met ontkalking en verzuring een belangrijke sleutelfactor in de vegetatiesuccessie in duingebieden. Organische stof³⁶ of humus waarin afbraakprocessen plaatsvinden, is niet alleen een bron van humuszuren, maar ook een bron van stik-

stof (N) en fosfor (P). De mineralisatiesnelheid neemt met toenemende verzuring af, waardoor organische stof zich in toenemende mate kan gaan ophopen.

De snelheid waarmee ophoping van organische stof in duinvalleien plaatsvindt, varieert sterk (ZIE FIG. 9). Verstuiving, zeer snelle afbraak van organische stof in kalkrijk milieu, wegwaaien of wegspoelen van de organische stof kan de opbouw verhinderen of teniet doen. De mens kan de opbouw van organische stof vertragen door een afvoer van biomassa, dus bijvoorbeeld door een beheer van maaien en afvoeren. In veel duinvalleien grazen konijnen een aanzienlijk deel van de biomassa weg. In bodems met een hoog basengehalte verloopt de afbraak van organisch materiaal sneller dan in basenarme bodems. In kalkhoudende en kalkrijke valleien en in valleien met langdurige toestroming van baserijk grondwater kunnen bodems lange tijd humusarm blijven, omdat ter plekke alle biomassa ongeveer even snel wordt afgebroken als ze wordt geproduceerd. In min of meer permanente duinplassen, dus op plaatsen waar de grondwaterstand heel hoog is, kan zich soms geleidelijk biomassa ophopen terwijl de omstandigheden relatief alkalisch blijven. In de loop van de tijd vormt zich een organische modderlaag (sapropelium) en ontstaan er voedselrijke condities in samenhang met de mineralisatieprocessen. Eutrafente soorten zoals Riet kunnen zich onder deze omstandigheden gaan vestigen en domineren.

Over de in duinvalleien beschikbare stikstof is nog het een en ander te zeggen. Zo vermeldt de literatuur voor humusarme zandbodems met jonge vegetatiestadia (jong binnen de ter plekke voorkomende successiereksen) dat de hoeveelheid stikstof die door mineralisatie vrijkomt 0,4 - 5,0 kg N/ha per jaar bedraagt, terwijl

voor humeuze zandbodems met oudere vegetatiestadia een vrijkomende hoeveelheid van 5 - 120 kg N/ha per wordt opgegeven.³⁷ In bodems met extreem lage waarden (0,4 kg N/ha³⁸) is waarschijnlijk sprake van enige afvoer van stikstof uit de bodem als gevolg van denitrificatie.³⁹

*Invloed van mens en dier op het duinlandschap*⁴⁰

Het landschap van de Oude duinen is grotendeels verloren gegaan door **ontginning** (voor zover het niet al eerder was weggeslagen door de zee of bedolven onder Jonge duinen). In het landschap van de Jonge duinen hebben ook ontginningsactiviteiten plaatsgevonden, en wel in de valleien vanaf het eind van de 17de eeuw. Meestal werden daarbij kleine stukken land in cultuur genomen. In Holland werd landbouw in duinvalleien beoefend tot het eind van de 19de eeuw en plaatselijk tot ver in

37 Albers et al., 1989 en Grootjans et al., 1995.

Om welke vegetatietypen het daarbij gaat, is niet geheel duidelijk, maar bos hoort niet bij deze reeksen. In de oudere stadia van de vegetatie wordt de productie van biomassa in mindere mate bepaald door de beschikbaarheid van voedingsstoffen, omdat de competitie ten aanzien van licht een belangrijke rol gaat spelen (Lammerts et al., 1999).

38 zoals gemeten in de Koegelwieck, in een vegetatie behorend tot het *Junco baltici-Schoenetum nigricantis* Grootjans et al., 1995.

39 In de grond komen nitraten in opgeloste vorm voor. Denitrificatie is de afbraak van deze nitraten door anaërobie bacteriën, die vooral voorkomen in een slecht doorluchte bodem. Daarbij ontwijkt gasvormige stikstof uit de bodem en gaat daardoor als voedingsstof voor de planten verloren.

40 De beschrijving van de activiteiten van de mens in de duinen is gebaseerd op Van Dieren (1934), Boerboom (1957, 1958) en Bakker et al. (1979).

de 20ste eeuw. In de 20ste eeuw verdroogden de duinvalleien, met name door winning van grondwater (ZIE ONDER). Aanvankelijk werd de valleibodem met de dalende grondwaterstand mee verlaagd ten behoeve van de landbouw, waarbij de grond gebruikt werd om de wallen rond de percelen te maken die nu nog in duinvalleien kunnen worden teruggevonden. Maar op de duur werd landbouw onmogelijk. De grondwaterstanddaling was zo fors, dat in de valleien zelfs droge graslanden ontstonden.

Van oudsher vond overal in het duinlandschap **beweidning** plaats. Ook werd 'ruigt' verzameld, dat wil zeggen houtige planten zoals Wilde gagele en Duindoorn en stevige planten zoals Helm en Zandzegge. Dat materiaal diende in de dorpen als brandstof en afdek materiaal. Er werden in de duinen ook wel plaggen gestoken, vooral op de waddeneilanden. Om de zich aldoor uitbreidende verstuivingen tegen te gaan, werd tussen 1880-1920 in veel gebieden de beweiding verboden; in sommige terreinen gebeurde dat al eerder. (Overigens probeerde men al in de late Middeleeuwen plaatselijk verstuiving tegen te gaan door o.a. Helm te planten).

Onder invloed van de mens is in duin-gebieden in recente tijd een algemene ontwikkeling opgetreden van een **dynamisch naar een stabiel duinlandschap**. Als gevolg van het intensieve gebruik door de mens waren de duinen in de oude tijd veel instabieler landschappen dan tegenwoordig. De zware exploitatie van toen leidde haast overal tot sterke verstuivingen en daarmee tot regelmatige verjonging van de bodem. De vegetatie had een open structuur en bleef veelal in een pionierstadium steken. Sinds het begin van de 20ste eeuw is het agrarisch gebruik van de duinen afgenomen. Daarna is men in de duinen een beheer

gaan toepassen dat (vooral) was gericht op stabilisatie en het voorkómen van verstuiving. Dit **vastleggingsbeheer** komt vooral neer op het op grote schaal aanplanten van Helm en ook wel van bos, en verder uit het afdekken van stuivend zand met takken, windschermen, stro en dergelijke. Deze omslag van exploitatie naar beheer heeft op grote schaal geleid tot bodemontwikkeling en de ontwikkeling van een meer gesloten vegetatie. Een dichtere vegetatiestructuur verminderde de kans op verstuiving, waardoor een zichzelf versterkend proces op gang werd gebracht. Het eindstadium van de successie is nog niet bereikt, maar de totale oppervlakte aan pionierbegroeiingen is drastisch verminderd. Ten behoeve van het natuurbeheer - gericht op behoud van de diversiteit - is overigens in verschillende duingebieden recentelijk de beweiding weer ingesteld waardoor plaatselijk verstuiving wordt bevorderd. Soms worden nieuwe pioniersituaties gecreëerd door een organische laag af te plaggen. Waar delen van de zeereep niet meer worden vastgelegd door Rijkswaterstaat is een beleid ingezet waarbij de kust vooral wordt beschermd door zandsuppleties op de vooroever of op het strand.

Naast het op stabilisatie gerichte duinbeheer hebben enkele andere veranderingen bijgedragen aan het dichtgroeien van de duinen. Struweelvorming en verruiging werd bijvoorbeeld bevorderd door de drastische **afname van de konijnenstand** die rond 1955 optrad als gevolg van de ziekte myxomatose. Konijnen houden de vegetatie kort, zorgen voor meer diversiteit, maken latrines en open plekken (kiemgelegenheid voor een- en tweejarige soorten) en werken gebufferd, kalkhoudend zand omhoog.⁴⁷ Bij het herstel van de konijnenpopulatie na de genoemde myxomatose-epidemie werd niet meer de vroe-

gere stand bereikt, omdat veel van de voor konijnen meest geschikte duingraslanden in de tussentijd met struweel begroeid waren geraakt. Tussen 1990-1995 is de konijnenstand door de nieuwe ziekte VHS wederom afgenomen.⁴² Tegenwoordig lijkt het voedselaanbod de populatiedichtheid in de kustduinen te bepalen.⁴³ Konijnenbegrazing lijkt vooral invloed te hebben op de vegetatie van droge delen van duingebieden.

Recente hydrologische en hydrochemische veranderingen

In recente tijd, onder invloed van activiteiten van de mens, hebben in veel duingebieden veranderingen in het waterregime plaatsgevonden. Er zijn duinvalleien ontwaterd ten behoeve van ontginning (ZIE BOVEN). Dat heeft vooral lokale gevolgen. Rond het einde van de 19de eeuw begint de **regionale verdroging** van de duinen die nog steeds voortduurt. Daarbij zijn de grondwaterstanden vaak flink gedaald en zijn langdurige inundaties in duinvalleien een zeldzaam verschijnsel geworden. Valleien kunnen verdrogen als gevolg van kustafslag (ZIE PAG. 40) en door de **winning van grondwater** die in duinstreken plaatsvindt (voor de drinkwatervoorziening van de bevolking). De waterwinning vindt of vond zowel in de duinsystemen van het vasteland plaats als op de waddeneilanden. Andere factoren die een bijdrage leveren aan de (regionale) verdroging zijn peilverlagingen in aan de duinen grenzend gebied. Ze vonden plaats in verband met de aanleg en de later nodige diepere ontwatering van landbouwponders of de peilen daalden er door het aanplanten van bossen. De bomen verdampen veel water waardoor minder water in de bodem infiltreert. In een aantal Hollandse en Zeeuwse duingebieden zijn de waterleidingbedrijven voor de voortzetting van de waterwinning

vanaf ongeveer 1950 'open infiltratie' van oppervlaktewater in verdroogde valleien gaan toepassen. Dat oppervlaktewater werd vanuit de grote rivieren naar de duinvalleien geleid waar het via speciaal daarvoor gegraven kanalen en sloten (sprangen) werd verspreid en vanuit die waterlopen en plassen infiltreerde in de ondergrond. Vooral door de regionale verdroging én de open infiltratie van voedselrijk, extern oppervlaktewater zijn natte, voedselarme duinvalleien en duinplassen in het Renodunaal district schaars geworden.

De regionale verdroging van de duinstreek leidde tot veranderingen in het stromingspatroon van het grondwater. Een wijziging in het stromingspatroon van het grondwater kan in ontkalkte valleien de vegetatie welhaast in even grote mate beïnvloeden als een daling van de grondwaterstand, omdat deze kan leiden tot verzuring als gevolg van het wegvallen van kwel van basenrijk grondwater.⁴⁴

41 Burggraaf-Van Lierop & Van der Meijden, 1984; Pluis, 1986; Zeevalking & Fresco, 1977.

42 mededeling Q.L. Slings

43 Wallage-Drees, 1988

44 Grootjans et al., 1995

Verrijking door verhoogde atmosferische depositie

Luchtvervuiling zorgt tegenwoordig in Nederland voor een hoge depositie van onder andere stikstof (H, NH₄, NO₃ en SO₄).⁴⁵ Deze hoge depositie kan leiden tot eutrofiëring en verzuring van eco-systemen. De verzurende invloed versterkt de in de duinen van nature plaatsvindende ontkalkings- en verzuringsprocessen. De toename van atmosferische toevoer van de voedingsstof stikstof heeft vooral effect op oligotrofe en mesotrofe bodems. Zoals bijvoorbeeld in duinvalleien,⁴⁶ daar komt het merendeel van de voor planten beschikbare belangrijke voedingsstof stikstof vrij door mineralisatie van organische stof. In de duinen is het verrijkende effect van hoge stikstofdepositie vooral groot op jonge humusarme zandbodems, maar ook op oudere duinbodems is dit effect te verwachten. Op oudere duinbodems leveren de mineralisatieprocessen weliswaar méér beschikbare stikstof op, maar ten opzichte

van de hoeveelheid die daarbij vrijkomt, is de aanvoer via de atmosfeer toch ook nog hoog te noemen.

Zowel het eutrofiërende als het verzurende aspect van de luchtvervuiling dragen bij aan de veranderingen die in de laatste eeuw in de duinen hebben plaatsgevonden: de verschuivingen in de soortensamenstelling en de versnelling van successie en verdichting van de vegetatie (ZIE BOVEN). Hogere en ruigere vegetaties vangen meer atmosferische depositie op, zodat een zichzelf versterkend proces op gang is gebracht. Van de verhoogde stikstoftoevoer profiteren vooral sommige grassen - met name Helm en Duinriet. De vergassing die tegenwoordig in diverse duingebieden optreedt, wordt ten dele toegeschreven aan de toegenomen stikstofdepositie.⁴⁷ De lage konijnenstand ten gevolge van de zieke VHS speelt waarschijnlijk ook een rol.⁴⁸ De toename van Helm en Pijpestrootje in grondwaterafhankelijke duinvalleien kan vooral worden gezien als een gevolg van verzuring waarbij P beschikbaar is gekomen.⁴⁹

Overige verrijking door de mens

Zoals boven al is vermeld, werden duingebieden vroeger gewoonlijk beweid. Deze extensieve beweiding leidde in duinvalleien veelal tot een lichte eutrofiëring.⁵⁰ Andere in duingebieden 'gebruikelijke' activiteiten waarbij de mens meespeelt, zoals de aanvoer van organisch materiaal ten behoeve van vastleggingsbeheer kunnen eveneens tot eutrofiëring leiden. Omdat duinbodems van nature relatief voedselarm zijn, kan een zwakke voedselverrijking (in het verleden of heden) in duinvalleien reeds zorgen voor een afwijkende vegetatie of voor de vestiging van bepaalde plantensoorten. Sommige duinvalleien zijn verrijkt door de uitwerpselen van troepen vogels. Een aantal duinvalleien en duinplassen en

45 Vroeger bedroeg de natuurlijke depositie voor stikstof 1,4 kg N/ha/j. Aan de Hollandse kust bedraagt de N-depositie volgens Schneider & Bresser (1987) ± 40 kg N/ha/j. Gerlach et al. (1989) vermelden voor de Oost-Friese waddeneilanden in Duitsland 15 kg N/ha/j. Ten Harkel (1998) geeft voor de Hollandse kust ook ca. 15 kg N/ha/j op. De NH₄⁺-depositie is in de kustduinen lager dan in het binnenland (Ten Harkel, 1998).

46 E.J. Lammerts verwijst naar informatie van Sival over stikstofdepositie in de Koegelwieck. Sival, 1997 en Lammerts et al. 1999.

47 Heil et al., 1990; Stuyfzand, 1993; Goossens, 1993; Kooijman et al., 1996; Ten Harkel, 1998, Veer, 1998.

48 mededeling Q.L. Slings. Zie ook Veer, 1998 en Ten Harkel, 1998.

49 Sival, 1997

50 Slings, 1994

zelfs het grondwater in de duinen is in het verleden geëutrofeerd als gevolg van de hoge trofiegraad en vervuiling van het ingelaten rivierwater. Dat werd aanvankelijk niet of nauwelijks voorgezuiverd.⁵¹ Er werd slib afgezet in de plassen en in water en bodem trad een toename van voedingsstoffen (N, P, K) op, waarvan het effect vaak nog decennia lang tot uiting komt in een eutrafente vegetatie. In duingebieden waar de infiltratie van eutroof oppervlaktewater is beëindigd en waar grondwater omhoog komt, kan in de wortelzone nog lange tijd nalevering optreden van fosfaat dat tijdens de infiltratie in de ondergrond is opgehoopt.⁵² Waar de infiltratie nog plaatsvindt, zijn de waterleidingbedrijven het oppervlaktewater gaan voorzuiveren, waardoor de nutriënten-input sterk is verminderd.

Natuurbeheer en vernatting en verarming

Tegenwoordig worden hier en daar ten behoeve van het natuurbeheer activiteiten ondernomen om de duinvalleien weer te vernatzen en de door de infiltratie van oppervlaktewater en door hoge stikstofdepositie opgetreden verrijking terug te dringen. Men verandert bijvoorbeeld de waterhuishouding of gaat over tot extensieve beweiding, tot maaien, afplaggen of afgraven van de bovenste bodemlaag. Een en ander over de relatie tussen vegetatiebeheer en de vegetatie is al gezegd in hoofdstuk 1 (ZIE FIG. H, PAG. 22). In hoofdstuk 4 worden eerste resultaten van het plaggen als beheersmaatregel beschreven.

51 Stuyfzand, 1993

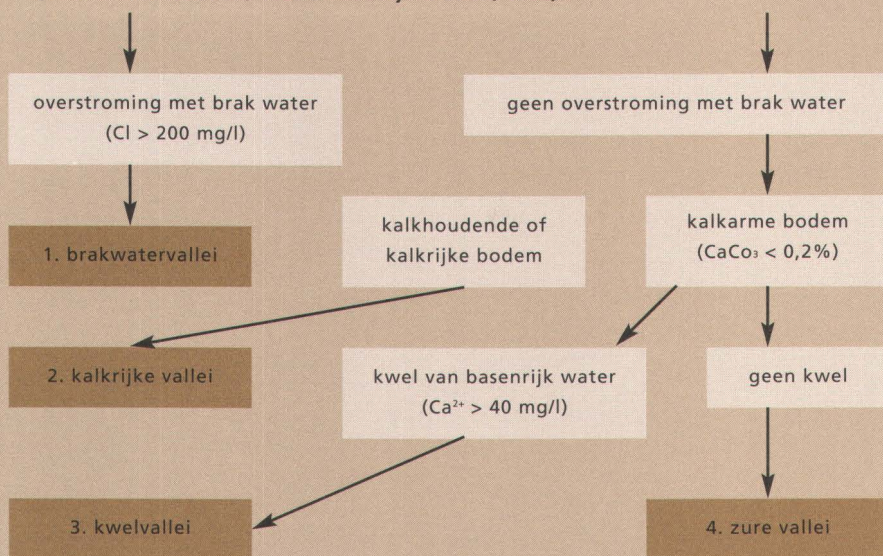
52 Koerselman & Stuyfzand, 1993

2.2 Plantengemeenschappen van duinvalleien in ruimte en tijd

De duinvalleien als systeemtypen

Duinvalleien vertonen veel variatie in ontstaanswijze, exploitatie en beheer, hydrologie en vegetatie. Om de variatie en de patronen van de vegetatie van het Nederlandse duingebied in beeld te brengen, wordt vaak de typologie van duinlandschappen van Doing (1988) gebruikt (ZIE INDICATORENSERIE, DEEL 8, DROGE DUINEN). Die typologie geeft echter vooral informatie over droge duinen en is minder geschikt voor het classificeren van vochtige of natte terreinen. Lammerts *et al.* (1992, ZIE OOK GROOTJANS ET AL., 1995) hebben speciaal voor de duinvalleien van het Waddendistrict een systeemtypologie gemaakt. Deze eenvoudige typologie kan ook worden gebruikt voor duinvalleien van het Renodunaal district en is hoofdzakelijk gebaseerd op verschillen in mechanismen die voor buffering van de zuurgraad zorgen en omvat vier systeemtypen (ZIE FIG. R): *brakwatervallei* (buffering door overstroming met zout of brak water), *kalkrijke vallei* (buffering door kalk in de bodem), *kwelvallei* (buffering door toestroming van grondwater dat rijk is aan calcium en bicarbonaat) en *zure vallei* (er vindt geen buffering door een van de drie bovengenoemde mechanismen plaats). Voor een beschrijving van het verzuringsproces en de verschillende buffermechanismen ZIE PARAGRAAF 2.1.

Valleien (of delen van valleien) van het systeemtype *brakwatervallei* zijn aanwezig daar waar de kust aangroeit of waar de zee-reep is doorgebroken, dat wil zeggen op plekken die de zee af en toe kan bereiken. In het Renodunaal district zijn valleien van dit systeemtype schaars. Voorbeelden zijn de Buitenverklikker (Schouwen) en de Kwade Hoek (Goeree).

FIG. R*Typen van duinvalleien**(naar Lammerts et al., 1992 en Grootjans et al., 1995).*

De indeling is hiërarchisch. Als het Cl-gehalte van het water in en vlakbij de wortelzone hoger is dan ca. 200 mg/l, dan is er sprake van een *brakwatervallei*. In valleien waar overstroming met zeewater niet optreedt (en het Cl-gehalte lager is dan ca. 200 mg/l), is het kalkgehalte van de bodem in de wortelzone van belang. Als dit gehalte hoger is dan 0,20 % $CaCO_3$ (kalkhoudende of kalkrijke bodem volgens de definities van Fig. J) wordt de vallei getypeerd als een kalkrijke vallei. Is de bodem kalkarm (kalkgehalte lager dan 0,20 %) dan is bepalend of *basenrijk* grondwater (aangerijkt met calcium en HCO_3^- , Ca^{2+} is dan meer dan 40 mg/l) de wortelzone kan bereiken. Als dit het geval is, kunnen basenminnende soorten voorkomen en hebben we te maken met een kwelvallei (er hoeft dan geen, of niet altijd, basenrijk grondwater uit te treden; het is voldoende

als het de wortelzone via capillaire opstijging bereikt). Als dit niet het geval is, wordt de vallei getypeerd als *zure vallei*. De vier valleitypen kunnen in verband worden gebracht met de geomorfologie en hydrologie van kustduingebieden.

De grenswaarde van 40 mg Ca^{2+}/l berust op een schatting van Grootjans et al. (1995) voor duinvalleien van de waddeneilanden en is te beschouwen als een gemiddelde grenswaarde voor het voorkomen van basenminnende plantensoorten. Bij een relatief sterke kwelintensiteit kunnen basenminnende soorten ook bij lagere concentraties dan 40 mg Ca^{2+}/l groeien; bij een relatief hoog humusgehalte van de bodem (ZIE OOK PARAGRAAF 2.1, PAG. 42) kan een hogere concentratie voor de aanwezigheid van basenminnende soorten noodzakelijk zijn.

Valleien van het type *kalkrijke vallei* komen alleen voor in kalkhoudende of kalkrijke duingebieden. Voorbeelden in het Renodunaal district zijn *De Kil en *Reggers-Sandervlak (Noord-Hollands Duinreservaat; daar in *R-landschap* naar Doing), duinvalleien in *Verklikkerduinen en *Meeuwen-duinen (op Schouwen; daar in *H-landschap*) en *Meinderswaalvallei (op Goeree; in *K-landschap*).

Valleien van het type *kwelvallei* bevinden zich vooral aan de binnenduinrand of aan de Noordzeezijde van het duinmassief, dus daar waar toevoer van grondwater optreedt vanuit het regionale hydrologische systeem. In niet diep ontkalkte duingebieden komen ze ook wel centraal in het duinmassief voor op plekken waar (periodieke) toestroming van baserijk of basenhoudend grondwater vanuit lokale grondwatersystemen optreedt (bijvoorbeeld *Ijsbaanvallei op Goeree). Valleien die behoren tot het type *zure vallei* liggen vooral in kalkarme/ontkalkte duincomplexen, daar waar infiltratie van regenwater overheerst of het toestromende grondwater van lokale systemen basenarm is. In het Renodunaal district is dit valleitype vermoedelijk zeldzaam (min of meer beperkt tot *C-landschap*). Het komt bijvoorbeeld in de Westduinen op Goeree voor.

Vegetatiepatronen

Duinvalleien zijn veelal complexe ecosystemen. Zelfs in een kleine vallei is vaak sprake van een mozaïek van plantengemeenschappen of een meer of minder duidelijke zonering van gemeenschappen en plantensoorten. Het patroon van de vegetatie is vaak gekoppeld aan lokale verschillen in waterstanden ten opzichte van het maaiveld. Ook als het reliëf in een vallei vrij gering is, kunnen hoogteverschillen het patroon van de vegetatie bepalen. Kleine hoogteverschillen, de glooiingen

van de hellingen in de valleien en aanwezige bulten en kuilen spelen overigens ook een rol bij de jaarlijkse schommelingen in presenties en abundanties van plantensoorten.

In samenhang met de fluctuatie van het waterpeil van een duinvallei kan een zonatie van milieutypen onderscheiden worden. Er zijn drie hoofdtypen te noemen. De terrestrische zone is de hoge oeverzone of randzone waar nooit inundatie optreedt. De *amfibische zone* is het deel dat gedurende een deel van het jaar wordt geïnundeerd en bij het wegzakken van het water in neerslagarme periodes droogvalt. Er kan een onderverdeling worden gemaakt in een hoog deel en een laag deel, waarbij het hoge deel maximaal de helft van het jaar geïnundeerd is en de lage zone langer onder water staat (50% van het jaar tot bijna permanent). De *aquatische zone* is een synoniem voor permanent open water (deze zone ontbreekt in veel duinvalleien).

Schommelingen in de soortensamenstelling

In duinvalleien kan de vegetatie van jaar tot jaar aanzienlijke verschillen vertonen. Soorten die in het ene jaar op de voorgrond treden, kunnen in de twee daarop volgende jaren zo goed als ontbreken en vervolgens in een vierde jaar opnieuw opvallend talrijk aanwezig zijn enzovoorts. Zulke schommelingen in het voorkomen (presentie en abundantie) van soorten worden veroorzaakt door van jaar tot jaar variërende milieumomstandigheden (bijvoorbeeld natte en droge jaren; ZIE PAG. 40) en wijzen niet op een aanhoudende, trendmatige verandering in de soortensamenstelling van plantengemeenschappen (succesie of degradatie van gemeenschappen zoals die bijvoorbeeld bij verlanding van een laagveenplas respectievelijk bij geleidelijke verdroging van een vensysteem optre-

den). Om de kortstondige veranderingen van de op de lange termijn aanhoudende veranderingen te kunnen onderscheiden, moet men in duinvalleien het voorkomen van soorten (en van vegetatietypen) altijd over een reeks van jaren bekijken. Bij blijvende verdroging of vernatting kunnen vegetatiezones blijvend naar beneden (in de richting van de laagstgelegen plekken) respectievelijk naar boven verschuiven. De in duinvalleien niet-trendmatige, met het jaar variërende vegetatiepatronen en soortensamenstellingen, kunnen vaak in verband worden gebracht met fluctuaties in de waterstanden. Die fluctuaties zijn in sterke mate afhankelijk van verschillen in de neerslag (ZIE PAG. 40). In een *brakwatervallei* kunnen neerslagverschillen tevens het zoutgehalte van een standplaats reguleren (ZIE PAG. 34). Verder kunnen met het jaar variërende soortensamenstellingen in duinvalleien ook het gevolg zijn van verschillen in o.a. verstuiving, konijnenstand, vegetatiebeheer (o.a. frequentie, intensiteit, tijdstip van maaien; ZIE OOK FIG. II) en overstroming met zeewater.

Vershillen in de inundatieduur en in bepaalde beheersactiviteiten die invloed uitoefenen op het ontstaan van open plekken (begrazing, tred) kunnen verantwoordelijk zijn voor het al of niet voorkomen van hele gemeenschappen. Dit geldt vooral voor vegetaties die behoren tot het Dwergbiezenverbond of de Oeverkruid-klasse.

Vershillen in het jaarlijks neerslagoverschot hebben vooral grote invloed op het voorkomen van een- en tweejarige plantensoorten, omdat deze soorten zich steeds weer via kieming uit zaad opnieuw moeten vestigen. In duinvalleien speelt met name het verloop van de waterspiegel en de duur van inundatieperioden een rol bij het wel of niet kiemen of - bij meerjarige soorten - uitlopen van een soort. Voor sommige

kortlevende soorten is de waterstand in het voorjaar erg belangrijk, omdat deze de kieming van de soorten bepaalt. Een groep van soorten kiemt vooral in jaren met relatief natte voorjaarsperioden (soorten van de Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia zoals Geelhartje en Strandduizendguldenkruid), een andere groep kiemt vooral in jaren met relatief droge voorjaarsperioden (soorten van de Draadgentiaan-associatie zoals Draadgentiaan en Dwergrus; zij kunnen zich dan vaak vestigen in vegetaties van de Oeverkruid-klasse).

Veel van de kritische soorten kunnen zich over de jaren heen handhaven door zich als het ware iets te verplaatsen in aanpassing aan veranderingen in het waterstandsregime. Ze 'maken dan gebruik' van de kleine hoogteverschillen in de duinvalleien (hellingen, bulten en kuilen) en 'pendelen' naar boven of beneden, omdat ze alleen kiemen of uitlopen op plekken met het voor hen precies juiste waterregime.⁵³ Zo verschuiven Strandduizendguldenkruid en Slanke gentiaan (*Gentianella amarella*) bijvoorbeeld in droge jaren naar een lagere plek in een vallei en in natte jaren naar een hogere plek.⁵⁴ Voorwaarde is dus wel, dat er hoogteverschillen in de vallei zijn en dat de fluctuaties in de waterstand niet al te groot worden.

De meeste van de amfibische pioniersoorten van duinvalleien (de meeste soorten van de Oeverkruid-klasse⁵⁵) zijn echter toch heel gevoelig voor jaarlijkse verschillen in waterstanden. Ze kunnen zich alleen handhaven bij hoge grondwaterstanden in de zomerperiode (geen inundatie, wel een met water verzadigde bodem) en niet te lang durende inundatie in de winterperiode. Als op een standplaats te langdurige winterinundatie gaat plaatsvinden of in de zomer de grondwaterstand overall enkele decimeters diep gaat wegzakken, gaan deze amfibische soorten achteruit en als deze situatie aanhoudt verdwijnen ze na een aantal jaren.⁵⁶ Als de omstandigheden op de (voormalige) standplaats weer gunstig voor hen worden, gaan ze vooruit of vestigen zich opnieuw. Tussen de amfibische soorten kunnen waterplanten aanwezig zijn. In natte jaren treden de waterplanten op de voorgrond. Zo werd in het Griltjesplak op Terschelling een amfibische vegetatie behorend tot de Associatie van Waterpunge en Oeverkruid in een periode van natte jaren tijdelijk vervangen door een (zeldzame) aquatische vegetatie met Ongelijkbladig fonteinkruid.

Overblijvende, dus langlevende (terrestische) soorten worden over het algemeen minder sterk door variaties in neerslag en verdamping beïnvloed dan kortlevende (amfibische) soorten. Sommige meerjarige soorten als orchideeën, *Parnassia* en Gelobde maanvaren (*Botrychium lunaria*) zijn erg gevoelig voor langdurige inundatie. Hun ondergrondse delen lopen niet goed uit als de standplaats lang onder water staat en ze kunnen dan verdwijnen. Er zijn overblijvende soorten die in natte jaren verdwijnen of lijken te verdwijnen, andere doen dat in droge jaren en sommige soorten doen dat zowel in de erg droge als in de erg natte jaren. Zo kunnen *Parnassia* en grasachtige soorten zoals Russen en Zeggen en

verder ook Weegbree-soorten, in een droge (voor)zomer bovengronds afsterven, maar dan in een daaropvolgend nat jaar weer uitschieten vanuit ondergrondse wortelstokken die de droge zomer hebben overleefd.⁵⁷

Het lijkt in dat geval zo alsof deze soorten in droge jaren verdwijnen en in natte jaren weer verschijnen. Andere overblijvende soorten kunnen zich in duinvalleien alleen vestigen onder uitzonderlijke omstandigheden, bijvoorbeeld in een extreem droog jaar. Als zulke soorten zich echter eenmaal gevestigd hebben, kunnen ze zich vaak wel handhaven. Het is dus mogelijk dat alle individuen van zo'n soort in een vallei even oud zijn, omdat ze zich allemaal in hetzelfde jaar gevestigd hebben.⁵⁸ Weer andere overblijvende soorten reageren op de jaarlijkse variaties in het neerslagoverschot alleen met verschillen in bloeiedrag. Knopbies bloeit bijvoorbeeld niet in droge jaren.⁵⁹

53 Van Tooren et al., 1983;

Schat & Van Beckhoven, 1991

54 Oostermeijer, 1987; Grootjans et al., 1995

55 Visser, 1973; Sykora, 1978; Van der Laan, 1978, 1979a+b

56 Schoof-Van Pelt, 1973

57 Schat & Van Beckhoven, 1991

58 Schat & Van Beckhoven, 1991

59 Grootjans et al., 1988

Successie en degradatie in duinvalleisystemen

In duinvalleien vindt op den duur een natuurlijke ontwikkeling plaats waarbij een kale zandvlakte of maagdelijk open water begroeid raakt, en plantengemeenschappen ontstaan en vervolgens in andere overgaan (het geheel van zulke opeenvolgende veranderingen in de vegetatie wordt successie genoemd). Een onbegroeide zandvlakte of een vegetatieloos open water is een resultaat van het spel van zee en wind of wordt door de mens gemaakt. Vaak start de reeks van plantengemeenschappen secundair: met een pioniervegetatie op stuifvlakten, geplagde of afgegraven gedeelten van valleien. In het Renudunaal district is de bodem op dat moment dan meestal zoet, neutraal tot basisch en gebufferd, omdat er sprake is van invloed van bicarbonaatrijk grondwater (*kwelvallei*) of ook van bodemkalk (*kalkrijke vallei*). Als de reeks start op een strandvlakte of in een primaire vallei, dan kan het milieu (nog) zout of brak zijn. Er kunnen dan pioniervegetaties van brakke milieus tot ontwikkeling komen. Wanneer het milieu verzoet, gaan deze over in de pioniervegetaties van zoete standplaatsen, dat wil zeggen van de *kwelvallei* of de *kalkrijke vallei*.

In duinvalleien gaat de successie van nature vaak met verzuring gepaard. Als de buffers van de standplaatsen van de vegetatie uitgeput raken (ZIE PARAGRAAF 2.1) en er bodemontwikkeling (humus- of veenvorming) plaatsvindt, kan de *kwelvallei* of *kalkrijke vallei* op den duur veranderen in een zure vallei.

De successie kan worden beïnvloed door een verdroging of vernatting van de standplaats of het systeem, die al dan niet samenhangt met activiteiten van de mens. Vernatting kan in duinvalleien plaatsvinden in samenhang met verstuiwingsprocessen en kustaangroei, of het gevolg zijn van ingrepen in de waterhuishouding waardoor het peil in de vallei wordt verhoogd. Men legt bijvoorbeeld een stuw aan die water in de vallei vasthoudt. In het eerste geval - tenminste als de mens niet heeft ingegrepen in de waterhuishouding - is het water dat de vernatting veroorzaakt altijd basenrijk (stijging van de grondwaterspiegel). In het laatste geval kan het basenarm en zuur zijn (door vasthouden van regenwater) of basenrijk. De waterkwaliteit in de vallei hangt dan af van de ligging in het landschap en het kalkgehalte van de bodem. Deze verschillen in waterkwaliteit zijn belangrijk omdat ze invloed hebben op de veranderingen die zich tijdens het vernattingsproces in de vegetatie afspelen. Verdroging kan het gevolg zijn van verstuiwingsprocessen en kustafslag, of ingrepen in de waterhuishouding (ZIE PAG. 40 EN PAG. 47).

FIG. 5 De handhaving van diverse basenminnende pioniervegetaties in een aantal duinvalleien (Waddendistrict en Renodunaal district. Naar Grootjans et al., 1995).*

| plantengemeenschap | aanwezig | vervolgens overgegaan in | plaats | referentie |
|--|---------------|---|---------------------------------|---------------------------|
| Knobbies-AS (primair kalkgehalte 3-5%) | 22 jaar | onbekend | Noord-Holland | Pruyt (1984) |
| Knobbies-AS (op relatief zure standplaats) | 30 jaar | dominantie van Pijpestrootje | Noord-Hollands Duinreservaat | Slings (1986) |
| Vegetatie met Oeverkruid | 25 jaar | AS van Drienervige & Zwarte zegge | Voorne | Van Dorp et al. (1985) |
| Knobbies-AS en AS van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia | > 12 jaar | --- | Goeree: Meinderswaalvallei | Annema & Jansen, 1998 |
| Knobbies-AS | ca. 30 jaar | onbekend | Groot Vogelmeer, Kennemerduinen | Londo, 1971 |
| Knobbies-AS (op relatief natte standplaats; primair kalkgehalte <1%) | 12 jaar | RG Addertong/Duinriet [Klasse der kleine Zeggen] | Terschelling | Westhoff (1947) |
| Knobbies-AS (op relatief natte standplaats) | 13 en 20 jaar | AS van Drienervige & Zwarte zegge met soorten van Biezeknoppen-Pijpestrootjes-verbond | Schiermonnikoog: Kapenglop | Grootjans et al. (1988) |
| Knobbies-AS en AS van Waterpunge & Oeverkruid | > 80 jaar | RG Riet [Riet-klasse] en AS van Drienervige & Zwarte zegge | Terschelling: Gritjesplak | Aggenbach & Jalink (1988) |
| Knobbies-AS | > 65 jaar | --- | Vlieland: 1e Kroon's Polder | Grootjans et al. (1995) |
| AS van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia | 15 jaar | onbekend | Schiermonnikoog: Strandvlakte | Oloff et al. (1992) |

* In valleien waar infiltratie van regenwater overheerst, bestaan deze basenminnende pioniervegetaties niet zo lang.

Als geen vegetatiebeheer wordt toegepast en de meest natte standplaatsen buiten beschouwing worden gelaten, zullen alle successiereeksen in duinvalleien waarschijnlijk uiteindelijk uitmonden in struweel of bos. In verzoetende strandvlakten of in valleien die heel dicht bij de zee liggen, kan een incidentele overstroming met zout of brak water de successie 'terug zetten' naar een brak vegetatietype. Het successieproces kan bovendien door het toegepaste vegetatiebeheer worden beïnvloed. Door een maaibeheer kan struweel- en bosvorming worden verhinderd. Plagbeheer kan een secundaire, nieuwe start van de successie inluiden.⁶⁰

De van de duinvalleien in het Renodunaal district gedocumenteerde kennis over successiereeksen is uiterst summier. Er konden dan ook geen gedetailleerde successiereeksen worden beschreven zoals voor andere delen van de indicatorserie. De synecologie van duinvalleigemeenschappen in het Renodunaal district wijkt flink af van de synecologie in het Waddendistrict. Vermoedelijk zal ook de successie in beide districten vaak enigszins anders

verlopen. De voor het Waddendistrict opgestelde successiereeksen (indicatorserie, deel 6) kunnen daarom niet zonder meer worden beschouwd als eveneens relevant voor het Renodunaal district. Wat er bekend is van de successie in het Renodunaal district wordt besproken in paragraaf 2.3.

De snelheid waarmee plantengemeenschappen elkaar opvolgen, kan sterk variëren. Hoe lang pioniervegetaties zich kunnen handhaven, hangt bij basenminnende vegetaties o.a. af van het kalkgehalte van de bodem in de uitgangssituatie en van de hydrologie (ZIE PARAGRAAF 2.1). De basenminnende (pionier)vegetaties zijn soortenrijk en daarom waardevol. Ze vormen vaak de spil waar het natuurbeheer in duinvalleien om draait. Daarom is speciaal over de lengte van de tijdsperiode waarin deze gemeenschappen in verschillende terreinen aanwezig waren informatie beschikbaar (ZIE FIG. 5). In kalkarme valleien waar infiltratie van regenwater overheerst, handhaven deze pioniervegetaties zich niet lang. In andere valleien kan hun voortbestaan worden verlengd door een invloed van basenrijk en bicarbonaatrijk grondwater.

60 Voor recente artikelen over het terugdringen van duinstruweel zie themanummer Duinstruwelen van De Levende Natuur (103:3; mei 2002).

2.3 De plantengemeenschappen en de indicatorsoorten

In deze paragraaf ligt de nadruk vooral op de beschrijving van de 'indicaties' en de algemene synecologie van elk vegetatietype en de ontwikkelingen die in de vegetatie kunnen optreden. Er wordt per groep van tabellen een korte beschrijving van de vegetatiesamenstelling van de verschillende gemeenschappen gegeven zodat de gebruiker van het boek de juiste tabel makkelijker kan opzoeken. Voor meer informatie over de vegetatie zie de vegetatiecatalogus van Staatsbosbeheer⁶¹ en 'De vegetatie van Nederland'.⁶² De indicaties voor plantengemeenschappen/plantensoorten (ZIE TABEL 7.1 T/M 7.6) zijn vooral vastgesteld op basis van locatiestudies over de relatie tussen plantengemeenschappen, plantensoorten en standplaatsfactoren (ZIE HOOFDSTUK 4). De locatiestudies (aangeduid met een locatie-naam en *) bestrijken een aanzienlijk deel van de vegetatiekundige variatie van het kalkrijke Nederlandse duingebied, maar geven geen beeld van standplaatsen met brakwaterinvloed (HIERVOOR WORDT VERWEZEN NAAR PAG. 88).

Er was onvoldoende onderzoeksmateriaal over struwelen en bossen zodat voor deze vegetaties geen tabellen met regionale indicatorsoorten konden worden gemaakt.

Bij de toetsing van de via de onderzoekslocaties verkregen gegevens (ZIE PARAGRAAF 1.4) en bij het opstellen van de regionale indicatorsoorten-tabellen is gebruik gemaakt van algemene vakliteratuur en literatuur over vegetaties van duinvalleien. Met de 'toplaag van de bodem' is de organische (zwarte) bovenlaag bedoeld; die laag is dus niet altijd even dik.

De karakterisering van het grondwaterregime van gemeenschappen is gebaseerd op de meetgegevens van de referentiestudies (ZIE HST 4, FIG. 4.1L).

Omdat weinig meetgegevens over de productie van biomassa beschikbaar waren, is de trofiegraad die in de literatuur aan de vegetatiekundige indeling wordt gekoppeld als referentiekader voor de diverse trofieniveaus gebruikt. Zowel voor gemeenschappen (ZIE PARAGRAAF 2.3) als voor soorten (ZIE HOOFDSTUK 3 NOTEN) wordt aangegeven welke omstandigheden of processen de trofiegraad en de eventuele buffering van de standplaats bepalen (ZIE OOK PARAGRAAF 2.1 EN FIG. J).

De pH-opgaven van de diverse auteurs zijn met enig voorbehoud opgenomen: ze zijn veelal niet goed vergelijkbaar omdat de toegepaste meetmethoden verschillen. Bij recente metingen wordt vaak onderscheid gemaakt tussen pH(H₂O) en pH(KCl), bij oudere metingen niet.

61 Catalogus Vegetatietypen, juli 2000

62 Schaminée et al., 1995, 1996, 1998 en 1999.

Vegetaties van het open water en vegetaties van voedselarme, humusarme, periodiek overstroomde of kale vochtige standplaatsen

In het water van al dan niet periodieke duinplassen kunnen begroeiingen tot ontwikkeling komen die bestaan uit lang uitgestrekte, smalbladige, losjes wortelende planten. De kenmerkende soort is Ongelijkbladig fonteinkruid (ZIE TABEL 7.1). Gemeenschappen van kleine (oever)planten zoals Oeverkruid en Waterpunge vinden vooral een plek op de natte kale zandbodems van duinvalleien die gedurende een groot deel van het jaar onder water staan (ZIE OOK TABEL 7.1).

Op iets drogere kale zandbodems (meestal matig nat tot vochtig) kan de Draadgentiaan-associatie of de Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia vertegenwoordigd zijn (ZIE TABEL 7.2). Dit zijn begroeiingen met bijvoorbeeld Dwergvlas, Dwergbloem, Moerasdroogbloem en Draadgentiaan, respectievelijk met Sierlijke vetmuur en Strandduizendguldenkruid. Vegetaties die behoren tot de Draadgentiaan-associatie komen vaak voor in mozaïek of zonatie met de Oeverkruid-gemeenschappen.

De meeste van de gemeenschappen van deze groep vertonen op hun standplaatsen van jaar tot jaar en zelfs binnen een enkel vegetatie seizoen grote verschillen in aanwezigheid en abundanties van soorten. De kenmerkende soorten kunnen vanaf het begin van het voorjaar tot aan het einde van de zomer kortstondig uitschieten. Dat maakt het opsporen lastig.

Associatie van Ongelijkbladig fonteinkruid en Associatie van Waterpunge & Oeverkruid⁶³

De gemeenschappen die behoren tot de Oeverkruid-klasse zijn in de valleien van het Renodunaal district tegenwoordig zeldzaam. Behalve de Associatie van Ongelijkbladig fonteinkruid en Associatie van Waterpunge & Oeverkruid kan mogelijk ook de RG Oeverkruid [Oeverkruid-klasse] voorkomen. Begroeiingen van de Oeverkruid-klasse komen in duingebieden vooral voor in jonge duinvalleien en op geplagde plekken.⁶⁴ Ze zijn afhankelijk van kale humusarme zandbodems. In het Renodunaal district worden ze op plaatsen aangetroffen die permanent tot matig langdurig geïnundeerd worden (waterregime: aquatisch tot nat), bij basische tot matig zure en mesotrofe omstandigheden.⁶⁵ De vegetaties die behoren tot de Oeverkruid-klasse staan over het algemeen niet onder invloed van brak water. De Associatie met Waterpunge en Oeverkruid komt echter behalve op zoete waarschijnlijk ook op zwak brakke standplaatsen voor.

De inundaties op de standplaatsen van de gemeenschappen van de Oeverkruid-klasse treden op vanaf het najaar tot ver in het voorjaar. De wisselende grondwater- en oppervlaktewaterstand van de standplaatsen waarbij het maaiveld in de zomer meestal voor korte of langere tijd droogvalt, is vooral het gevolg van seizoensfluctuaties in neerslag en een afwisseling van droge en natte jaren.

Op de standplaatsen van de gemeenschappen van de Oeverkruid-klasse wordt nauwelijks organische stof opgebouwd: er wordt weinig biomassa geproduceerd en er vindt meestal snelle mineralisatie van organische stof plaats of snelle fysische vertering. Op de meeste standplaatsen is bovendien af en toe, namelijk als in droge jaren een relatief groot bodemoppervlak opdroogt, sprake van een extra intensieve afbraak van organische stof. De Associatie van Waterpunge & Oeverkruid en de Associatie van Ongelijkbladig fonteinkruid komen alleen onder relatief alkalische en relatief basenrijke omstandigheden in duinvalleien voor (systeemtalen: *kwelvallei*, *kalkrijke vallei*).

Vegetaties die behoren tot de Associatie van Ongelijkbladig fonteinkruid komen in duinplassen voor waar gewoonlijk het water ook in de zomer enkele decimeters diep is.⁶⁶ In heel droge zomers kunnen de standplaatsen echter kortstondig droogvallen.⁶⁷ Op zeer natte tot natte standplaatsen die langdurig tot matig langdurig onder water staan, kunnen in de duinvalleien vegetaties worden aangetroffen die behoren tot de Associatie van Waterpunge & Oeverkruid. Op de standplaatsen van de beide gemeenschappen is het oppervlaktewater basisch tot zwak zuur, zeer zacht tot zeer hard.⁶⁸

⁶³ en overgangen naar gemeenschappen van de Klasse der kleine Zeggen en de Riet-klasse

⁶⁴ Westhoff & Van Oosten, 1991

⁶⁵ Westhoff, 1947; Westhoff & Den Held, 1969; Schoof-Van Pelt, 1973; Grootjans et al., 1995; Sival, 1997

⁶⁶ Westhoff, 1947; Visser, 1973

⁶⁷ mondelinge mededeling A.J.M. Jansen

⁶⁸ zie deze studie (HST 4), Schoof-Van Pelt, 1973; Schaminée et al., 1995 (deel 2)

Beide associaties zijn vertegenwoordigd in de *Ijsbaanvallei, Goeree. Het ondiepe grondwater van deze vallei is te karakteriseren ⁶⁹ als zwak zuur tot neutraal (pH 5,8-6,8), zacht (20-40 mg Ca/l) en laag alkalisch (50-60 mg HCO₃-/l). De Associatie van Waterpunge & Oeverkruid is verder aangetroffen in de *Meinderswaalvallei, Goeree (systeemtype: *kalkrijke vallei*). In deze vallei is het grondwater op een diepte van 1,20 m onder het maaiveld over het algemeen hard (rond 120 mg Ca/l), heeft een EGV van ca. 800 µS/cm en een pH van > 6,5.

De Associatie van Waterpunge & Oeverkruid, de Associatie van Ongelijkbladig fonteinkruid en de RG Oeverkruid [Oeverkruid-klasse]) kunnen zich onder relatief basische omstandigheden als pioniergemeenschappen ontwikkelen. Waar de omstandigheden basisch of neutraal blijven (ZIE PARAGRAAF 2.1), zijn deze gemeenschappen langdurig, soms decennia lang, elk groei-seizoen opnieuw waar te nemen (ZIE FIG. 5). Bij een ophoping van organisch materiaal waarbij verzuring optreedt, verdwijnen de gemeenschappen die behoren tot de Associatie van Waterpunge & Oeverkruid en ontstaan mogelijk vegetaties die behoren tot de Associatie van Drienvrige & Zwarte zegge of rompgemeenschappen van de Klasse der kleine Zeggen met Zwarte zegge en Moerasstruisgras.

Op de standplaats van de Associatie van Waterpunge & Oeverkruid ontstaat soms een modderlaag. Dat gebeurt bij een vernatting waarbij de inundatieduur toeneemt terwijl de seizoensfluctuatie afneemt. Vormt zich een modderlaag, dan zullen zich vervolgens gemeenschappen met veel Riet of andere soorten van de Riet-klasse ontwikkelen. Een invasie van Riet treedt echter ook wel op via vegetatieve uitbreiding vanuit aangrenzende vegetaties (dan hoeft daaraan geen vernatting vooraf te gaan).⁷⁰ Bij een lichte verdroging van de standplaats waarbij een gelijktijdige verzuring achterwege blijft, is het mogelijk dat op standplaatsen van de Associatie van Waterpunge & Oeverkruid successie naar de Knopbies-associatie plaatsvindt.⁷¹

De Associatie van Ongelijkbladig fonteinkruid zal bij verdroging, ophoping van organisch materiaal en eventuele verzuring vermoedelijk worden opgevolgd door de Associatie van Drienvrige & Zwarte zegge of de RG Zwarte zegge/Moerasstruisgras [Verbond van Zwarte zegge]. In de Ijsbaanvallei (Middelduinen, Goeree) ontstond na plaggen van zulk een rompgemeenschap onder andere een gemeenschap behorend tot de Associatie van Ongelijkbladig fonteinkruid.⁷²

69 Annema & Jansen, 1998

70 Westhoff, 1947

71 Schaminée et al., 1995 (deel 2);
Westhoff & Van Oosten, 1991

72 schriftelijke mededeling A.J.M.Jansen

Draadgentiaan-associatie en Associatie van Strandduizend- guldenkruid & Krielparnassia

Deze beide vegetatietypen komen als pioniergemeenschappen in jonge, zoete valleien voor, en wel op kale plekken die zijn ontstaan door verstuing of door plagwerkzaamheden. Beide gemeenschappen kunnen ook in oude valleien voorkomen waar tijdelijk geschikte open plekken met een kale zandbodem zijn ontstaan door het opdrogen van plassen, of door tred en beweiding.⁷³

Vegetaties behorend tot de Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia zijn "vooral als gordels langs de duinvoet aangetroffen"⁷⁴ en ze kunnen ook in bijna afgesnoerde, brakke strandvlakten aanwezig zijn.

De bodem van de standplaatsen van de Draadgentiaan-associatie en de Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia is een humusarme zandbodem of een zandbodem met een heel dunne humeuze laag (hooguit 1-2 cm) en de standplaatsen zijn mesotroof. In de *Oost- en Middelduinen van Goeree is de Draadgentiaan-associatie aangetroffen op standplaatsen met een gehalte aan organische stof van 0 tot 8 % (humusarm tot sterk humeus). De Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia is in de valleien van *Goeree en *Schouwen gevonden op standplaatsen met 0 tot 3% organische stof (humusarm tot matig humeus).

Vertegenwoordigers van de Draadgentiaan-associatie zijn in de duinvalleien aangetroffen op natte tot vochtige, zoete standplaatsen, meestal met matig langdurige tot kortdurige inundatie in de winterperiode,

soms op plaatsen zonder inundatie. De standplaats is verder kalkarm (systeemtype: meestal *kwelvallei*) en doorgaans zwak zuur (tot matig zuur).

Met betrekking tot de onderzochte referentie-locaties was het niet mogelijk subassociaties binnen de associatie te onderscheiden.

In het Waddendistrict heeft de Draadgentiaan-associatie een smaller waterstandsregimebereik dan in het Renodunaal district. De gemeenschap is in het Waddendistrict niet op vochtige standplaatsen aangetroffen.⁷⁵ De gemeenschap komt veelal op standplaatsen met sterke schommelingen in de grondwaterstand voor. Volgens het locatieonderzoek (*Goeree en *Schouwen) zijn de waterstandskarakteristieken over het jaar gezien:

- gemiddelde waterstand:
4 cm boven tot 59 cm onder maaiveld
- laagste waterstand:
60-122 cm onder maaiveld
- hoogste waterstand:
63 cm boven tot 3 cm onder maaiveld
- inundatieduur: 0-52%
- amplitude: 78-152 cm

De Draadgentiaan-associatie wordt nooit aangetroffen op bodems met > 1% kalk.⁷⁶ De gemeenschap is aangewezen op een combinatie van een kalkarme bodem met een toevoer van basenarm tot baserijk grondwater. In de *Oost- en Middelduinen van Goeree komt de associatie voor bij pH(H₂O) van 5,3 tot 6,3. De pH wordt hier met name gebufferd door kwel en

⁷³ Westhoff, 1947; Westhoff & Van Oosten, 1991

⁷⁴ en langs stuifdijken, Westhoff & Den Held, 1969 (in het Waddendistrict).

⁷⁵ indicatorserie deel 6 Duinvalleien (kalkarme duinen)

⁷⁶ noot 76, ZIE PAGINA 63

capillaire opstijging van basenarm grondwater (in de relatief natte *Ijsbaanvallei), maar soms ook door kwel of capillaire opstijging van baserijk grondwater (in de relatief droge *Knopbiesvallei, Goeree).

Vegetaties die behoren tot de **Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia** komen meestal op natte of vochtige standplaatsen voor.⁷⁷ Inundaties ontbreken of zijn kortdurend. De bodem van de standplaats is zwak zuur tot basisch, kalkarm tot kalkrijk en zoet of brak.⁷⁸ Er vindt buffering door periodieke inundatie met zeewater plaats (strandvlaktes en systeemtype *brakwatervallei*), door kalk (*kalkrijke vallei*) of, op kalkarme bodem,

76 Voor Terschelling merkt Kapteyn (1988) op, dat soorten van het Dwergbiezen-verbond alleen verschijnen op geplagde delen van de buitenrand van de duinen waar het moedermateriaal nog niet verzuurd is. De Draadgentiaan-AS wordt op dit eiland echter ook wel vermeld voor het centrale duingebied (Sterneplak; schriftelijke mededeling E.J. Lammerts). In Twentse vennen verschijnt de gemeenschap alleen op plagplekken waar door kwel en capillaire opstijging van baserijk grondwater de basenverzadiging gebufferd wordt rond de 50-60% (Giesen & Geurts, 1990; Jansen & Aggenbach, 1990; Jansen, 1992 en Eysink & De Bruin, 1994). Zie ook Annema & Jansen, 1998.

77 Standplaatsen waar de grondwaterspiegel tot hooguit 1 m diep wegzakt en zich in het groeiseizoen tussen 20 en 90 cm onder het maaiveld bevindt (Freijisen, 1967; During, 1973; Kiwa-basisrapport).

78 Cl-gehalte tot 550 mg/l; During, 1973; Westhoff, 1947; Oostermeijer, 1987; Giesen & Geurts, 1992; Kiwa-basisrapport).

79 Annema & Jansen, 1998

80 vgl. Westhoff, 1947; Westhoff & Den Held, 1969; Westhoff & Van Oosten, 1991; Annema & Jansen, 1998; Kiwa-basisrapport

door toevoer van baserijk en bicarbonaatrijk grondwater (*kwelvallei*).

In de *Oost- en Middelduinen, Goeree en de duinen van *Schouwen beslaat dit vegetatietype een pH(H₂O)-traject van 6,2 tot 8,6. De gemeenschap groeit vaak op door bodemkalk gebufferde standplaatsen; daarom is ze niet altijd aangewezen op buffering door kwel van baserijk grondwater zoals de Draadgentiaan-associatie. De hoogste waterstanden 'mogen' op de standplaatsen van de Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia derhalve lager zijn dan op die van de Draadgentiaan-associatie.

Vergeleken met de Draadgentiaan-associatie 'verdraagt' de gemeenschap geringere grondwaterstandsommelingen. In de *Oost- en Middelduinen van Goeree en de *duinen van Schouwen zijn de waterstandskarakteristieken over het jaar gezien:

- gemiddelde waterstand:
1-58 cm onder maaiveld
- laagste waterstand:
17-87 cm onder maaiveld
- hoogste waterstand:
33 cm boven tot 43 cm onder maaiveld.
- inundatieduur: 0-38%
- amplitude: 17-77 cm

Alle soorten van deze beide pioniergemeenschappen reageren in hoge mate positief op plaggen, en veel soorten tevens op maaien en/of begrazen. Enkele van de soorten verschijnen echter alleen als bij het plaggen enig organisch materiaal achterblijft.⁷⁹ De gemeenschappen die behoren tot de Draadgentiaan-associatie worden vaak aangetroffen in zonatie of in mozaïek met (romp)gemeenschappen van het Verbond van Waternavel & Stijve moerasweegbree of van de Oeverkruid-klasse en (ZIE VERVOLG) met de Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem, gemeenschappen van het

Verbond van Zwarte zegge en van het Knobbies-verbond.⁸⁰ Als de vegetatie niet open wordt gehouden, wordt de Draadgentiaan-associatie overwoekerd door soorten van de Associatie van Drienervige & Zwarte zegge.⁸¹ De ontwikkeling naar de Associatie van Drienervige & Zwarte zegge verloopt eventueel via de RG Zwarte zegge/Moerasstruisgras [Verbond van Zwarte zegge].

Bij vernatting van de standplaats wordt zowel de Draadgentiaan-associatie als de Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia veelal vervangen door gemeenschappen van de Oeverkruid-klasse. De Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia vestigt zich op vochtige, min of meer door wieren vastgelegde, zandige substraten en kan voorafgegaan worden door de Associatie van Ganzevoeten en Beklierde duizendknoop.⁸² De Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia kan in valleien van de systeemtypen *brakwatervallei*, *kalkrijke vallei* of *kwelvallei* op den duur worden opgevolgd door vegetaties die behoren tot de Knobbies-associatie. Na plagwerkzaamheden in oude valleien bevatten de jonge fasen van de Knobbies-associatie veelal enkele jaren lang nog soorten van de Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia en van het Dwergbiezenverbond.

81 Schaminée et al., 1996 (deel 3)

82 Het *Chenopodium rubri* (*Bidentetea tripartitae*); Schaminée et al., 1998.

Deze associatie is niet betrokken in dit onderzoek naar indicatorsoorten.

GROEP:

Vegetaties van voedselarme tot matig voedselrijke moerassen en grazige vlakten

In voedselarme tot voedselrijke duinvalleien kan op een humusarme of humeuze zandbodem of op veen een aantal relatief hoge en meestal matig dichte vegetaties worden aangetroffen. Het gaat veelal om gemeenschappen waarin kleine Zegge-soorten zoals Drienervige en Zwarte zegge overheersen, of ook wel Moerasstruisgras, Kruiwilg en Gewone waternavel (TABEL 7.3). Verder betreft het vooral vegetaties met veel Knobbies, Zeegroene zegge, Zomprus, Fioringras en soms Riet (TABEL 7.4). Ook Duinriet kan overheersen (TABEL 7.5).

Soms komen heischrale graslanden voor of, langs randen van de duinvalleien, grazige gordels met grassen zoals Fijn schapegras, Gewoon reukgras, Gewoon struisgras en kruiden zoals Gewone en Smalle rolklaver en de zeldzame Veldgentiaan (TABEL 7.6).

Associatie van Drienervige en Zwarte zegge⁸³

In oudere, secundaire valleien in het Renodunaal district komen goed ontwikkelde zeggenvegetaties voor die behoren tot de Associatie van Drienervige & Zwarte zegge. De standplaats is zoet, zeer nat tot matig droog en er vinden meestal kortdurende tot matig langdurende inundaties plaats. Het grond- en oppervlaktewater is in het Renodunaal district op de standplaatsen van deze vegetaties basenarm tot baserijk en de bodem is er matig zuur tot basisch (pH 4,6-8,6; dit onderzoek). Bij relatief zure en natte omstandigheden is de mineralisatiesnelheid laag, wordt er betrekkelijk veel organisch materiaal opgehoopt en zijn de condities mesotroof.⁸⁴ Onder zeer natte omstandigheden kan een 20 tot 30 cm dikke venige humuslaag worden gevormd.⁸⁵ In de duinvalleien van *Schouwen en

83 en RG Zwarte zegge/ Moerasstruisgras

[Verbond van Zwarte zegge]

84 Het trofiegraadbereik van de associatie is in het Renodunaal district ruimer dan in het Waddendistrict. In het Renodunaal district kan de associatie ook op relatief eutrofe standplaatsen voorkomen. Het gaat dan om standplaatsen waar de bodem een gelaagdheid ten aanzien van de waterkwaliteit vertoont.

85 Westhoff & Den Held, 1969

86 Grootjans et al. (1995) geven voor het Waddendistrict een inundatieduur op van gemiddeld 3 (0,3-7,5) maanden/jaar; hoge grondwaterstanden van 0-20 cm onder het maaiveld gedurende gemiddeld 7,4 (4,0-10,5) maanden/jaar en laagste grondwaterstanden van gemiddeld 61 (37-88) cm onder het maaiveld. Zie ook Westhoff, 1947; Westhoff & Den Held, 1969.

*Goeree komt de Associatie van Drienervige en Zwarte zegge voor op standplaatsen met een gehalte aan organische stof van ca. 3 tot ca. 10%.

Veelal zijn de vegetaties met kleine zeggen niet optimaal ontwikkeld. Niet de kleine zeggen zijn aspectbepalend maar andere soorten van voedselarme of zwak voedselrijke moerassen zoals Gewone waternavel. Deze vegetaties zijn te beschouwen als onvolledige gemeenschappen (met name rompgemeenschappen) van (of binnen) de Klasse der kleine Zeggen die syntaxonomisch gezien moeilijk nader zijn te benoemen. Vaak maakt Moerasstruisgras deel uit van de vegetatie en veelal ook Kruiptwilg. Als deze beide soorten domineren gaat het om een duinvariant van de RG Zwarte zegge/Moerasstruisgras [Verbond van Zwarte zegge].

In het Waddendistrict zijn de standplaatsen zeer nat tot matig nat (INDICATORENSERIE, DEEL 6).⁸⁶ In het Renodunaal district (*Goeree, *Schouwen en *Noord-Hollands Duinreservaat) blijken de kleine zeggenmoerassen bij een breder bereik van het waterstandsregime voor te komen, namelijk ook op vochtige en matig droge standplaatsen (waar het water in de zomer nogal diep in de grond wegzakt). Het gaat echter voor een deel om niet optimaal ontwikkelde gemeenschappen.

De Associatie van Drienervige & Zwarte zegge wordt meestal op ontkalkte bodems aangetroffen. In het Waddendistrict zijn de standplaatsen altijd zwak zuur of matig zuur en kalkarm. De associatie blijkt in het Renodunaal district ook (in goed ontwikkelde vorm) op basische standplaatsen voor te komen: namelijk op *Schouwen, bij een bodemkalkgehalte van 2 tot 3% en een pH boven 7,5 (en verder natte tot zeer natte

omstandigheden). Het belangrijkste systeemtype voor deze associatie is de *zure vallei*, maar in het Renodunaal komt deze ook voor in de *kalkrijke vallei* (op standplaatsen met een dikke laag organische stof).

De RG Zwarte zegge/Moerasstruisgras [Verbond van Zwarte zegge] komt o.a. op geplagde, relatief kale humusarme standplaatsen als pioniergemeenschap voor; en van daaruit kan eventueel een ontwikkeling naar een Associatie van Drienervige & Zwarte zegge plaatsvinden. De rompgemeenschap kan lange tijd aanwezig blijven. De standplaatsen van deze rompgemeenschap zijn gemiddeld zuurder dan die van de associatie en matig humeus, zoet, kalkarm, zwak zuur tot matig zuur (pH 5,3-6,3; zie locatiestudies). Verder zijn de standplaatsen meestal nat tot vochtig; de rompgemeenschap komt ook voor op verdroogde locaties waar voorheen de Associatie van Drienervige & Zwarte zegge of Oeverkruid-gemeenschappen aanwezig waren.

Vermoedelijk kan de Associatie van Drienervige & Zwarte zegge bij een maai-beheer langdurig blijven voortbestaan. Bij toename van Kruipwilg (of andere wilgensoorten) gaat de zeggevegetatie over in de DG Kruipwilg (of DG Wilg) [Klasse der kleine Zeggen],⁸⁷ maar over successie- of degradatieprocessen van de gemeenschap in het Renodunaal district is weinig bekend. De Associatie van Drienervige & Zwarte zegge is geen pioniergemeenschap. Het duurt enkele jaren voordat ze op geplagde plekken als opvolger van andere vegetaties verschijnt; het gaat dan vooral om (ZIE BOVEN) vegetaties van de Draadgentiaan-associatie, de Associatie van Waterpunge & Oeverkruid en de Knopbies-associatie.

Knopbies-associatie⁸⁸

Vegetaties die behoren tot de Knopbies-associatie komen in Nederland hoofdzakelijk op de waddeneilanden voor, en dan vooral in jonge duinvalleien.⁸⁹ Verder wordt ze ook aangetroffen in gedeeltelijk afgesnoerde strandvlakten. De gemeenschap kan bovendien na secundaire verstuiwing verschijnen of na het aflaggen of afgraven van de bovenste bodemlaag in oudere valleien, maar de bodem mag dan niet te zeer verzuurd zijn. Knopbies groeit vaak in verspreide pollen, zodat de vegetaties een open structuur hebben of tussen de pollen andere soorten naar voren kunnen treden. Dat zijn bijvoorbeeld Zomprus, Riet en Dauwbraam. In het Renodunaal district is de associatie veelal slechts zo onvolledig aanwezig, dat men de vegetaties moet beschouwen als overgangen naar diverse rompgemeenschappen (ZIE ONDER). De best ontwikkelde vertegenwoordigers van de Knopbies-vegetaties kennen een maai-beheer. In verdroogde valleien leidt maaien echter niet tot herstel van deze gemeenschap⁹⁰ Extensieve beweiding, zoals in de *Middel- en Oostduinen, Goeree, zorgt ervoor dat Riet wordt kortgehouden en zich niet uitbreidt.⁹¹ Soms gaat de

⁸⁷ opmerking Piet Schipper

⁸⁸ inclusief overgangen naar de AS van Drienervige & Zwarte zegge; diverse RG van het Knopbies-verbond, van de Klasse der kleine Zeggen en van het Zilver schoon-verbond.

⁸⁹ Westhoff, 1947; Westhoff & Den Held, 1969; Grootjans et al., 1995

⁹⁰ De Haan et al., 1997

⁹¹ Annema & Jansen, 1998

gemeenschap bij beweiding achteruit als gevolg van vertrapping.⁹²

De standplaatsen van de optimaal ontwikkelde associatie zijn basisch tot zwak zuur, mesotroof, zoet of licht brak, meestal matig nat tot vochtig⁹³ en er treden geen inundaties of slechts kortdurende inundaties op.⁹⁴ De Knopbies-associatie en vegetaties met elementen van het Knopbies-verbond samengenomen komen in het Renodunaal district bij een breed bereik van het waterstandsregime⁹⁵ voor. Op de onderzoekslocaties (*Goeree, *Schouwen en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat) zijn de standplaatsen nat tot matig droog.

Variatie in inundatieduur, pH of in N- en P-gehalten kunnen voor variatie in de soortensamenstelling van deze gemeenschappen zorgen. De Knopbies-vegetaties in de *Knopbiesvallei en in de *Meinderswaalvallei, Goeree worden beperkt door het P-gehalte. Waarschijnlijk is fosfaat hier door binding met calcium vastgelegd. Dit kan plaatsvinden bij pH 6 en hoger.⁹⁶ Om zich te kunnen vestigen, heeft de gemeenschap een neutrale tot basische, kalkrijke tot kalkarme standplaats nodig (systeem-

typen: *kwelvallei*, *brakwatervallei*, *kalkrijke vallei*). Op de onderzoekslocaties van *Schouwen en *Goeree zijn de Knopbies-vegetaties aangetroffen op standplaatsen met een pH(H₂O) van 5,9 - 8,4.

In valleien van kalkarme duingebieden zijn duurzame neutrale of basische omstandigheden aan het maaiveld of in de wortelzone afhankelijk van een toevoer van basen via grond- of oppervlaktewater (ZIE OOK PARAGRAAF 2.1). Deze toestroming treedt veelal in het winterseizoen op, tijdens periodieke hoge grondwaterstanden of inundatie (ZIE OOK PAG. 42). In gebieden met kalkrijke of kalkhoudende bodem kunnen basenrijke omstandigheden ook door kalk in de bodem worden geconditioneerd. In het Renodunaal district zijn zulke gebieden algemeen. Daar kan de Knopbies-associatie op standplaatsen met ten opzichte van het Waddendistrict relatief lage waterstanden voorkomen, doordat op die standplaatsen de vereiste neutrale of basische omstandigheden niet afhankelijk zijn van toestromend basenrijk water.

Wanneer in samenhang met infiltratie van regenwater ontkalking en verzuring gaan plaatsvinden, veranderen de condities op de standplaats van de Knopbies-associatie: de bovenste bodemlaag wordt zwak zuur of matig zuur, terwijl het diepere deel van de wortelzone nog neutraal of basisch is. Door verschillen in worteldiepte kan een gelaagdheid in de zuurgraad van de bodemlagen de soortensamenstelling van de gemeenschappen beïnvloeden.

De gemeenschap komt doorgaans voor op zandbodems met een humusarme tot humeuze bovenlaag. De laag is ongeveer tien cm dik of dunner en ze bevat hooguit 10% (meestal minder) organische stof.⁹⁷ De gemeenschap wordt echter wel eens 'de

92 mededeling E.J. Lammerts

93 Grootjans et al. (1995) geven voor de waddeneilanden op: inundatieduur gemiddeld ca. 12 (0-52) dagen per jaar, hoge grondwaterstanden van 0-20 cm onder het maaiveld gedurende gemiddeld ca. 4 (1-7) maanden, en laagste grondwaterstand gemiddeld 65,5 (48-83) cm onder het maaiveld.

94 Beijersbergen (1991) meldt dat in een vallei op Schouwen de kenmerkende soorten van deze gemeenschap verdwenen waren na een inundatie die tot in de zomer aanhield.

95 zie ook Den Ouden, 1995 en Kiwa-basisrapport.

96 De Haan et al., 1999

97 Grootjans et al., 1995 en Kiwa-basisrapport

eerste echte humusvormer van de successie-reeks' genoemd.⁹⁸ Soms kan ze op venige bodems met meer dan 30 % organische stof voorkomen. Dat kan echter alleen als naar verhouding veel basenrijk grondwater toestroomt, de grondwaterstanden hoog zijn en een maaibeheer wordt toegepast. Een gedeelte van het organische materiaal wordt door mineralisatie afgebroken en zo komt een zekere hoeveelheid aan voedingsstoffen vrij. Vermoedelijk gaat op de standplaatsen met hoge waterstanden een gedeelte van de minerale bodemstikstof voor de planten verloren, doordat stikstof in de lucht verdwijnt (door denitrificatie als gevolg van anaërobie en relatief basische omstandigheden). Al met al zijn de standplaatsen van de Knopbies-associatie mesotroof.

Op natte standplaatsen (en venige bodems) komen ook wel vegetaties met Knopbies voor die zijn te beschouwen als overgangen (in ruimte en tijd) naar de Associatie van Drienvrige en Zwarte zegge en met de Associatie van Waterpunge & Oeverkruid. In de referentiegebieden domineert bijv. Zeegroene zegge, Zomprus, Padderus, Riet, Rietzwenkgras (*Festuca arundinacea*) of Dauwbraam. De Knopbies-vegetatie gaat dan over in een rompgemeenschap of Dauwbraam-struweel. Het gaat daarbij met name om enkele rompgemeenschappen van de Klasse der kleine Zeggen en om de RG Zeegroene zegge [Knopbies-verbond].⁹⁹

Op recent geplagde plaatsen groeien veelal pioniervegetaties die nauwelijks syntaxonomisch zijn te benoemen, maar van waaruit wel een ontwikkeling naar een Knopbies-vegetatie kan plaatsvinden. Zulke pioniervegetaties zijn in de referentiegebieden (op geplagde, humusarme zoete, kalkrijke standplaatsen) bijv. vegetaties met veel Zomprus (ZIE LOCATIESTUDIES *DE KIL EN *REGGERS-SANDERVLAK IN HET NOORD-HOLLANDS DUINRESERVAAT). Het kan ook begroeiingen

met veel Riet betreffen, de DG Riet [Klasse der kleine Zeggen/Zilverschoon-verbond] (ZIE LOCATIESTUDIE *GOEREE). Op deze plagplaatsen waar Riet aspectbepalend is, moet wel eerst een verdroging optreden voordat een ontwikkeling naar een Knopbies-vegetatie kan plaatsvinden. Bij herstelmaatregelen die tot doel hebben de Knopbies-associatie te begunstigen, dient men te bedenken dat op zeer natte standplaatsen een optimale ontwikkeling van deze vegetatie niet mogelijk is.

Als de gemeenschap zich ontwikkelt na plagwerkzaamheden in oude valleien, gaan vaak in eerste instantie bepaalde soorten overheersen. Van deze soorten waren dan grote hoeveelheden zaden in de zaadbank aanwezig¹⁰⁰. Het gaat onder andere om soorten van de Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia en van het Dwergbiezenverbond, maar ook veel soorten van het Knopbies-verbond reageren in hoge mate positief op plagen.¹⁰¹ Bij maaien kunnen deze soorten zich ook vestigen dan wel uitbreiden; ze worden echter niet gestimuleerd door beweiding.¹⁰²

98 Westhoff & Den Held, 1969

99 verbindt met het Zilverschoon-verbond

100 mededeling E.J. Lammerts

101 Grootjans et al., 1995, De Haan et al., 1997, Annema & Jansen, 1998

102 Annema & Jansen 1998

De Knopbies-associatie staat dicht bij het begin van de successiereeks¹⁰³, maar volgt veelal andere pioniervegetaties¹⁰⁴ op (Associatie van Waterpunge & Oeverkruid, Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia) en kan soms een hoge leeftijd bereiken. Bij het uitblijven van maaibeheer krijgt Duindoorn de kans struweelvorming in te leiden. Als een maaibeheer wordt toegepast, kan de Knopbies-associatie zich in kalkrijke valleien en op standplaatsen waar basenrijk grondwater toestroomt lang handhaven (tot minstens acht decennia; zie FIG. 5). In kalkarme valleien waar infiltratie van regenwater overheerst, is de levensduur kort als gevolg van een snel verlopend verzuringsproces. Afhankelijk van de processen die op de standplaatsen van de Knopbies-associatie optreden, zijn veranderingen in diverse richtingen mogelijk. Onder andere kan de Associatie van Drienervige & Zwarte zegge ontstaan wanneer zich een relatief zure organische laag ontwikkelt. In hoeverre daarbij ook nog andere processen zoals vernatting een rol spelen, is nog onbekend. Een ontwikkeling van de Knopbies-associatie naar de RG Addertong/Duinriet [Klasse der kleine Zeggen]¹⁰⁵ en andere romp-

gemeenschappen met Duinriet (ZIE TABEL 7.5) wordt enerzijds in verband gebracht met een toename van beschikbare voedingsstoffen als gevolg van de mineralisatieprocessen die zich in de organische bodemlaag afspeelen. Eventueel kan dit proces samengaan met verdroging door ophoging van het maaiveld en opstuiving met stuifzand in combinatie met lichte verzuring (indicatorserie, deel 6 Duinvalleien (kalkarme duinen)). Anderzijds wordt de vervanging van Knopbies-vegetaties door rompgemeenschappen met Duinriet ook toegeschreven aan eutrofiëring door hoge atmosferische depositie. Duinriet is ook een 'vergrasser' van de droge duinen.¹⁰⁶

Op standplaatsen van de Knopbies-associatie die langzaam verzuren en waar de vegetatie gemaaid wordt, kan Pijpestrootje gaan domineren en is successie waargenomen naar gemeenschappen van het Biezeknoppen-Pijpestrootjes-verbond. Zulke vegetaties hebben een sterke affiniteit met de Associatie van Drienervige & Zwarte zegge en worden waarschijnlijk bevorderd door maaien.¹⁰⁷

Op humeuze bodems kan bij lichte verzuring en eventueel lichte verdroging de Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem ontstaan. Aan de Hollandse kust is in het verleden de Knopbies-associatie onder invloed van verdroging ook wel overgegaan in een droog duingrasland (Duin-Paardebloem-associatie, *Taraxaco-Galietum veri*).¹⁰⁸

103 Informatie over successie is o.a. ontleend aan: Westhoff (1947), Westhoff & Van Oosten (1991).

104 pioniervegetatie: losse en open jonge begroeiing op voorheen kale bodem (Westhoff et al., 1973)

105 Westhoff & Van Oosten, 1991. Op standplaatsen van de Knopbies-associatie is bij een daling van de pH beneden 6,4 en een kalkgehalte beneden 0,2% successie naar de RG Addertong/ Duinriet [Klasse der kleine Zeggen] waargenomen (Westhoff, 1947).

106 Aggenbach & Jalink, 1996; Meulen, van der et al., 1996, Veer, 1998

107 mededeling Piet Schipper

108 Schaminée et al., 1995

Rompgemeenschap van Addertong/ Duinriet [Klasse der kleine Zeggen] ¹⁰⁹

Alle vegetaties van duinvalleien waarin Duinriet de aspectbepalende soort is en waarin vochtminnende soorten voorkomen worden (naar de vegetatietypologie van Staatsbosbeheer)¹¹⁰ tot deze rompgemeenschap gerekend, de zeldzame Addertong hoeft daarvoor niet aanwezig te zijn. Die soort ontbreekt in alle opnamen van het locatieonderzoek (ZIE HST. 4). De rompgemeenschappen met Duinriet worden aangetroffen in relatief oude, kalkarme tot kalkrijke valleien van het Renodunaal district. In valleien van het Waddendistrict komen de Duinrietgemeenschappen voor op plaatsen waar op- en overstuiving met zand plaatsvindt of tot voor kort heeft plaatsgevonden. In het Renodunaal district is geen samenhang tussen het voorkomen van de gemeenschappen en verstuivingsprocessen bekend. De Duinriet-vegetaties hebben vaak een dichte structuur en ze vormen veel strooisel. Soms wordt een (experimenteel) maai-beheer toegepast. De bovenste bodemlaag bestaat uit een mengsel van strooisel en ruwe humus en belemmert de vestiging van een aantal soorten. Stoppen van begrazing door vee leidt tot een toename van de bedekkingsgraad van Duinriet.¹¹¹

De standplaatsen van de rompgemeenschappen zijn in het Renodunaal district nat tot matig droog.¹¹² Er treden geen of slechts kortdurende inundaties op. Verder ligt de pH van de standplaats in het neutrale tot zwak zure bereik (pH(H₂O) 6,9-7,4; ZIE LOCATIESTUDIE) en is ze zwak eutroof of matig eutroof. Duinriet kan ook domineren op

plekken die buiten de invloed van het grondwater liggen, maar het staat vast dat de soort ook aspectbepalend kan optreden op standplaatsen die wat het waterstandsregime betreft vergelijkbaar zijn met standplaatsen van de Knopbies-associatie. In het Renodunaal district worden Duinrietgemeenschappen aangetroffen op natte standplaatsen, maar in het Waddendistrict niet. Waarom dat zo is, is vooralsnog onduidelijk. Overigens is de standplaats in het Waddendistrict over het algemeen zuurder (zwak zuur of matig zuur); dit hangt samen met het daar geringere kalkgehalte van de bodem.

In het *Reggers-Sandervlak bevat de toplaag van de bodem 0 tot 0,5% kalk op de standplaatsen van de Duinriet-vegetaties; de pH varieert van 6,4 tot 6,9. Op de ontcalcite plekken moet hierbij sprake zijn van buffering door kwel en capillaire opstijging van basenrijk grondwater. De bodem is matig humeus (3 tot 4% organische stof). Waarschijnlijk komen Duinriet-vegetaties in het Renodunaal district, net als in het Waddendistrict, ook voor bij hoge gehalten aan organische stof.¹¹³ Op de standplaatsen

¹⁰⁹ en overgangen naar RG Duinriet [Klasse der droge graslanden op zandgrond] en RG Gewoon struisgras/ Gewoon biggekruid [Klasse der droge graslanden op zandgrond].

¹¹⁰ Piet Schipper, mondelinge mededeling.
ZIE OOK VOETNOOT BIJ PAR. 1.5.

¹¹¹ Ten Harkel, 1998

¹¹² Grootjans et al. (1995) geven voor de Waddeneilanden: 2,7 (0-4) maanden hoge grondwaterstanden van (0-20 cm), een laagste grondwaterstand van 76 (68-84) cm onder het maaveld en afwezigheid van inundatie.

¹¹³ Grootjans et al. (1995) vermelden voor de toplaag van de bodem van de standplaatsen van de rompgemeenschap (op de Waddeneilanden) een gehalte aan organische stof van 15 tot 22%.

van Duinriet-gemeenschappen wordt door ophoping van strooisel van Duinriet in de bovenste (minstens tien cm dikke) bodemlaag vaak veel ruwe humus opgebouwd. De ruime aanwezigheid van organische stof en een hoge mineralisatiesnelheid zorgen voor zwak eutrofe tot matig eutrofe omstandigheden.¹¹⁴

Lokaal kunnen varianten binnen de gemeenschap worden onderscheiden (*Reggers-Sandervlak en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat). Op de meest natte standplaatsen van de gemeenschap kunnen Pijpestrootje en Zeegroene zegge mede het aspect bepalen. Op drogere standplaatsen zijn vochtminnende soorten schaars en gaat de vegetatie over in de RG Duinriet [Klasse der droge graslanden op zandgrond] (*Koelerio-Corynephoretea*).¹¹⁵ Of de vegetatie bevat soorten die wijzen op een ruimtelijke overgang naar de Klasse der droge graslanden op zandgrond: Fijn schapegras, Rood en Duinzwenkgras, Zandpaardebloem, Gewone veldbies en Veldbeemdgras (*Poa pratensis*). Bij toename van een of meerdere van deze soorten gaat de vegetatie over in de RG Gewoon struisgras/Gewoon biggekruid [Klasse der droge graslanden op zandgrond] die verbindt met de Klasse der vochtige graslanden (*Molinio Arrhenateretea*).¹¹⁶ Vegetaties die te classificeren zijn als RG Addertong/Duinriet kunnen zich ontwikkelen uit vegetaties van de Knopbies-associatie (zie boven). Deze rompgemeenschappen kunnen zich zeer lang handhaven (dit is althans vastgesteld in het Waddendistrict). Op den duur, bij toename van o.a. Dauwbraam, Duindoorn, Kruipwilg en/of Grauwe wilg s.l., kan het Duinriet-grasland overgaan in struweel behorend tot het Verbond der Wilgenbroekstruwelen (*Salicion cinereae*)¹¹⁷ of de Klasse der doornstruwelen (*Rhamno-Prunetea*).

Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem¹¹⁸

De Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem en de andere hier besproken overgangen naar droge graslanden komen voor langs randen van duinvalleien die 's winters worden geïnundeerd, en wel in smalle zones vlak boven de hoogwaterlijn.¹¹⁹

De associatie is gebonden aan een zekere mate van begrazing en/of betreding. Beweiding met runderen, vaak voorafgegaan door eenmalig maaien, heeft in de *Oosten Middelduinen, Goeree, gezorgd voor een verregaand herstel van dit vegetatietype. Op plekken die zijn geplagd of vergraven, vestigt de gemeenschap zich niet, doordat ze gebonden is aan oudere rijpere bodems met een humushoudende bovenlaag van 10 tot 20 cm dik. De vegetatie is open van structuur en laagproductief, wat wijst op voedselarme omstandigheden. In deze studie wordt het milieu van de standplaats beschouwd als mesotroof.

De gemeenschap is verder gebonden aan zoete, vochtige tot matig droge, zwak zure standplaatsen, die slechts zeer zelden en dan hooguit voor korte duur worden overstroomd. De hoogste grondwaterstanden in dit vegetatietype liggen gemiddeld ca. 10 cm onder het maaiveld, de laagste gemiddeld ca. 90 cm. Gedurende de zomer treedt waarschijnlijk langdurig capillaire nalevering van grondwater op. Als gevolg hiervan en vanwege een vrij hoog gehalte aan organische stof bevat de wortellaag toch vocht bij lage grondwaterstanden in de zomer. Het vegetatietype wordt aangetroffen op ondiep (15 cm) tot relatief diep (85 cm) ontkalkte bodems. Het langdurig voorkomen van de gemeenschap in smalle zones

aan de randen van duinvalleien kan als volgt worden verklaard. De gemeenschap is afhankelijk van een stabiele buffering van de zuurgraad in de top laag van de bodem die, omdat de bodem kalkarm is, moet plaatsvinden via het kationen-adsorptie-complex, en in stand gehouden moet worden door een toevoer van baserijk grondwater. In de zones waar de gemeenschap aanwezig is, dringt baserijk grondwater periodiek (in het winterhalfjaar en het vroege voorjaar) in de wortelzone door vanuit een lokaal grondwatersysteem. Bovendien kan hier in droge perioden baserijk grondwater de wortelzone via capillaire nalevering bereiken. Omdat de gemeenschap beperkt is tot vrijwel nooit overstroomde standplaatsen, vormen de vegetaties vooral in reliëfrijke duingebieden smalle linten. Vermoedelijk komt de Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem vooral voor in niet al te diep ontkalkte duingebieden, waar toevoer van grondwater snelle ontkalking van diepe bodemlagen tegenhoudt. Overigens kan ook een lokale activiteit van mieren, mollen, konijnen en betreding, doordat deze kalk bevattend materiaal in de bodem naar boven brengt, een uitloggen van de bodem compenseren.

De zones met Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem worden aan de bovenzijde (hogere en drogere zone) begrensd door gemeenschappen van de Klasse der droge graslanden op zandgrond, en aan de onderzijde (lagere en vochtigere zone) door de Associatie van Drienervige & Zwarte zegge of de Knopbies-associatie. Bij verdroging respectievelijk vernatting, eventueel samengaand met verzuring, wordt de Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem waarschijnlijk vervangen door droog heischraal grasland respectievelijk door de Associatie van Drienervige

& Zwarte zegge. Een afname van betreding en begrazing kan gepaard gaan met sterke uitbreiding van Kruipwilg en/of Zandzegge. Soorten van het Dwergbiezen-verbond, met name Dwergbloem en Dwergglas, zijn aangetroffen in afwisseling met soorten van de Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem. Beide groepen vereisen voedselarme standplaatsen en een open vegetatiestructuur.

114 Schaminée et al., 1995. Bij de mineralisatie van Duinriet-strooisel komt veel N vrij (Van Beckhoven, 1995) en bij de mineralisatie van organische stof in de bodem eventueel veel N en P. Duinriet neemt met zijn diep in de bodem dringende wortels relatief veel P op (Kooijman et al., 1996). Duinriet 'vangt' bovendien veel atmosferische depositie op (Veer, 1998; Ten Harkel, 1998).

115 verbindt met de Klasse der droge, kalkminnende graslanden (*Festuco-Brometea*)

116 het is een zeer ruim genomen rompgemeenschap van diverse soorten die in vegetaties van de beide klassen aanwezig zijn, waarbij deze soorten samen of alleen domineren; naast de in de naam van de RG genoemde soorten ook bijv. Fijn schapegras en Gewoon reukgras.

117 Westhoff & Van Oosten, 1991

118 en overgangen naar rompgemeenschappen van RG Gewoon struisgras/ Gewoon biggekruid [Klasse der droge graslanden op zandgrond] en van het Verbond der droge duingraslanden

119 de beschrijving van deze associatie is vooral gebaseerd op Annema & Jansen, 1998 en verder op Schaminée et al., 1996, Hummelen et al., 1999 en Grootjans et al., 1995.

| SOORT | TERREINCONDITIES | | | | | | | | |
|---------------------------------|------------------|----|---|-----------|---|---|---------------|---|---|
| | WATERREGIME | | | ZUURGRAAD | | | TROFIEGRAAD** | | |
| | 1A | 1B | 2 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| * 1 Ongelijkbladig fonteinkruid | | | | | | | | | |
| 2 Kranswieren-GROEP | | | | | | | ? | | |
| 3 Oeverkruid | | | | | | | | | > |
| 4 Gewone/Slanke waterbies | | | > | | | | ? | | > |
| 5 Waterpunge | | | > | | | | | | |
| 6 Ondergedoken moerasscherm | | | | | | | | | |
| 7 Riet | | | > | | | | | | > |
| 8 Gewone waternavel | | | > | | | | | | > |
| 9 Egelboterbloem | | | > | | | | | | > |
| 10 Zomprus | | | > | | | | ? | | > |
| 11 Watermunt | | | > | | | | | | > |
| 12 Fioringras | | | > | | | | | | > |
| 13 Dwergzegge | | | > | | | | | | > |
| 14 Knolrus s.l. | | | > | | | | | | > |
| 15 Moerasstruisgras | | | > | | | | | | > |
| 16 Slanke waterweegbree | | | | | | | | | > |
| 17 Grote waterweegbree | | | | | | | | | > |
| 18 Zilte watterranonkel | | | | | | | | | > |

* zie noten hoofdstuk 3

** Hoever het bereik van de soorten zich in de oligotrofe richting voortzet, is niet goed bekend.

BUFFERING

REACTIE OP:

VERZURING

VERNATTING

VERDROGING

VERRIJKING

BEHEERSEFFECT

SUCCESIE NAAR

SOORT

| | | | | | | | | |
|----------|---|----|-----|------|----------------|----|--------------------------------|----|
| B | - | + | - | -- | ++P | +1 | Potamogeton gramineus | 1 |
| BB/KB/KC | | | | - | ++PX | | Chara aspera-GROEP | 2 |
| | | | | | ++P | | Littorella uniflora | 3 |
| | | | | + | ++P | | Eleocharis palustris/uniglumis | 4 |
| BB/KB | - | - | + | - | ++PX +/++W | +2 | Samolus valerandi | 5 |
| B | | | | | ++P | | Apium inundatum | 6 |
| | | | | | | +3 | Phragmites australis | 7 |
| | | | | + | | | Hydrocotyle vulgaris | 8 |
| | | | | | ++P | | Ranunculus flammula | 9 |
| BB/KB/KC | | | | | ++P | | Juncus articulatus | 10 |
| B | | | | + | ++P | | Mentha aquatica | 11 |
| BB/KB | | | | + | ++P | | Agrostis stolonifera | 12 |
| BB/KB/KC | | | -/- | +/++ | ++PX +/++MW | | Carex oederi cf. ssp. oederi | 13 |
| STN/KC | | + | | + | | | Juncus bulbosus | 14 |
| STN/KC | | + | | | | | Agrostis canina | 15 |
| B | | | | | + | | Alisma lanceolatum | 16 |
| B | | | | | + | | Alisma plantago-aq. | 17 |
| B | | -- | | | +/++ | | Ranunculus baudotii | 18 |

ALGEMENE KARAKTERISTIEK

vegetaties van het open water en vegetaties van voedselarme, humusarme, periodiek overstromde standplaatsen

INDICATIES VAN DEZE GEMEENSCHAPPEN

SAMEN

waterregime

aquatisch, zeer nat tot nat; inundatieduur 100% tot 30%

zuurgraad

basisch tot zwak zuur (varieert per type)

trofiegraad

oligotroof tot zwak eutroof

| SOORT | TERREINCONDITIES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------------------|---|---|-----------|---|---|---|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|
| | WATERREGIME | | | ZUURGRAAD | | | | TROFIEGRAAD | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| * 1 Dwergvlas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 Borstelbies | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | > |
| 3 Greppelrus | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | > |
| 4 Moerasdroogbloem | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | > |
| 5 Bleekgele droogbloem | | | ? | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 Dwergbloem | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 Teer guichelheil | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | < |
| 8 Fraai duizenguldenkruid | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 Hertshoornweegbree | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | > |
| 10 Dwergzegge | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 Strandduizendguldenkruid | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | > |
| 12 Sierlijke vetmuur | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

* zie noten hoofdstuk 3

BUFFERING

REACTIE OP:

VERZURING

VERNATTING

VERDROEGING

VERRIJKING

BEHEERSEFFECT

SUCCESIE NAAR

SOORT

| | | | | | | | |
|----------|---|---|---|----------------|---|------------------------------|----|
| BB/KC | - | - | - | ++P +MW | A | Radiola linoides | 1 |
| BB/KB/KC | | | | ++PX +/++MW | | Isolepis setacea | 2 |
| | | | + | ++PX | A | Juncus bufonius | 3 |
| | - | | | ++PX | | Gnaphalium uliginosum | 4 |
| | | | | ++PX | | Gnaphalium luteo-album | 5 |
| BB/KB | | | | ++PX +/++MW | | Anagalis minima | 6 |
| BB/KB | | | | ++PX +/++MW | | Anagalis tenella | 7 |
| BB/KB | + | | + | ++PX +W | | Centaurium pulchellum | 8 |
| B | | | + | ++P +TW | | Plantago coronopus | 9 |
| BB/KB/KC | | | - | ++PX +/++MW | A | Carex oederi cf. ssp. oederi | 10 |
| BB/KB | + | + | | ++PX | | Centaurium littorale | 11 |
| BB/KB | | + | | ++PX +/++MW | | Sagina nodosa | 12 |

ALGEMENE KARAKTERISTIEK

vegetaties van voedselarme, humusarme, periodiek overstroomde of vochtige standplaatsen

INDICATIES VAN DEZE GEMEENSCHAPPEN

SAMEN

waterregime

nat tot vochtig; inundatieduur <70% tot >0%

zuurgraad

basisch tot zwak zuur, soms matig zuur

trofiegraad

mesotroof

7.3

Associatie van Drienervige & Zwarte zegge

(*Caricetum trinervi-nigrae*)

| SOORT | TERREINCONDITIES | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------|---|---|---|---|-----------|---|---|---|-------------|----|---|
| | WATERREGIME | | | | | ZUURGRAAD | | | | TROFIEGRAAD | | |
| | 1B | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | |
| * 1 Drienervige zegge | | | | | | | | | | | | |
| 2 Gewone waternavel | | | | | | | | | | | > | > |
| 3 Gewone/Slanke waterbies | | | | | | | | | | | | > |
| 4 Egelboterbloem | | | | | | | | | | | | > |
| 5 Drijvend fonteinkruid | < | | | | | | | | | | | |
| 6 Sikkemos | < | | | | | | | | | | | |
| 7 Waterpunge | | | | | | | | | | | | |
| 8 Padderus | | | | | | | | | | | | |
| 9 Ruw walstro | | | | | | | | | | | | |
| 10 Liggende vetmuur | | | | | | | | | | | | |
| 11 Sierlijke vetmuur | | | | | | | | | | | | |
| 12 Zeegroene zegge | | | | | | | | | | | | |
| 13 Dwergzegge | | | | | | | | | | | | |
| 14 Fijn schaapegras | | | | | | | | | | | | |
| 15 Zwarte zegge | | | | | | | | | | | > | |
| 16 Moerasstruisgras | | | | | | | | | | | > | |
| 17 Dwergvlas | | | | | | | | | | | < | |
| 18 Greppelrus | | | | | | | | | | | | > |
| 19 Duinriet | | | | | | | | | | | > | > |
| 20 Gestreepte witbol | | | | | | | | | | | | |
| 21 Blauwe zegge | | | | | | | | | | | | |
| 22 Tormentil | | | | | | | | | | | | |
| 23 Akkerhoornbloem | | | | | | | | | | | | > |
| 24 Gewoon reukgras | | | ? | | | | ? | | | | | > |
| 25 Zandzegge | | | | | | | | | | | >> | > |
| 26 Gewoon struisgras | | | | | | | | | | | | > |
| 27 Hondsviooltje | | | | | | | | | | | | |
| 28 Tandjesgras | | | | | | | | | | | ? | |
| 29 Schapezuring | | | | | | | | | | | > | > |

* zie noten hoofdstuk 3

BUFFERING

REACTIE OP:

VERZURING

VERNATTING

VERDROGING

VERRIJKING

BEHEERSEFFECT

SUCCESSIE NAAR

SOORT

| | | | | | | | |
|----------|--|----|-----|-----|----------------|--------------------------------|----|
| | | - | - | | +MW | Carex trinervis | 1 |
| | | + | | | +M | Hydrocotyle vulgaris | 2 |
| | | | - | | ++P | Eleocharis palustris/uniglumis | 3 |
| | | - | - | | | Ranunculus flammula | 4 |
| | | | | | | Potamogeton natans | 5 |
| BB/KB | | | ++ | | | Drepanocladus spec. | 6 |
| BB/KB | | - | | - | ++PX +W | Samolus valerandi | 7 |
| BB/KB | | -Y | -/- | | ++P | Juncus subnodulosus | 8 |
| BB/KB | | | - | - | | Galium uliginosum | 9 |
| | | | +/+ | | ++P +WT | Sagina procumbens | 10 |
| BB/KB | | - | - | | ++PX +WM | Sagina nodosa | 11 |
| BB/KB | | -Y | -/- | -Y | ++P | Carex flacca | 12 |
| BB/KB/KC | | - | +/+ | - | ++PX +/++MW | Carex oederi cf.ssp.oederi | 13 |
| | | | + | | +++ +7 | Festuca cf.filiformis | 14 |
| STN/KC | | + | | | ++P | Carex nigra | 15 |
| STN/KC | | + | + | | | Agrostis canina | 16 |
| KB/KC | | - | - | - | ++P +MW | Radiola linoides | 17 |
| | | | ++ | - | ++PX | Juncus bufonius | 18 |
| | | | -/- | +/+ | +++ -MW | Calamagrostis epigejos | 19 |
| | | | -/- | +/+ | -M | Holcus lanatus | 20 |
| BB/KB/KC | | | - | | ++P +/++MW | Carex panicea | 21 |
| | | | | | +MW | Potentilla erecta | 22 |
| | | | | | ++P +MW | Cerastium arvense | 23 |
| | | | -/- | | | Anthoxanthum odoratum | 24 |
| | | | | | +++ | Carex arenaria | 25 |
| | | | -/- | +/+ | | Agrostis capillaris | 26 |
| BB/KB/KC | | | | | ++P +M | Viola canina | 27 |
| | | | -/- | ++ | ++M | Danthonia decumbens | 28 |
| | | | + | ++ | +W -W | Rumex acetosella | 29 |

ALGEMENE KARAKTERISTIEK

vegetaties van betrekkelijk
voedselarme moerassen

INDICATIES VAN DEZE GEMEENSCHAPPEN

SAMEN

waterregime

zeer nat tot matig droog;
inundatieduur meestal lang
tot kort (<70 tot >0%)

zuurgraad

basisch tot matig zuur

trofiegraad

mesotroof tot zwak eutroof

7.4

Knopbies-associatie

(*Junco baltici-Schoenetum nigricantis*)

| SOORT | TERREINCONDITIES | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------------------|---|---|---|---|-----------|---|---|-------------|--|----|--|---|---|
| | WATERREGIME | | | | | ZUURGRAAD | | | TROFIEGRAAD | | | | | |
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | | | | | |
| * 1 Knopbies | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 Stijve ogentroost | | | | | | > | | | | | | | | |
| 3 Zeegroene zegge | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 Duinriet | | | | | | > | | | | | > | | | > |
| 5 Dwergzegge | | | | | | | | | | | >> | | | |
| 6 Moeraswespenorchis | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 Armbloemige waterbies | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 Liggende vetmuur | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 Geelhartje | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 Vleeskleurige orchis | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 Ruw walstro | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 Strandduizendguldenkruid | | | | | | ? | | | | | < | | | |
| 13 Fraai duizendguldenkruid | | | | | | | | | | | < | | | |
| 14 Waterpunge | < | | | | | | | | | | | | | |
| 15 Egelboterbloem | < | | | | | | | | | | | | | > |
| 16 Gewone/Slanke waterbies | < | | | | | | | | | | > | | | > |
| 17 Padderus | < | | | | | | | | | | | | | |
| 18 Gewone waternavel | < | | | | | | | | | | > | | | > |
| 19 Moeraswalstro | < | | | | | | | | | | | | | > |
| 20 Drienvrige zegge | < | | | | | | | | | | > | | | |
| 21 Greppelrus | < | | | | | | | | | | > | | | > |
| 22 Kruidende boterbloem | | | | | | | | | | | > | | | > |
| 23 Fioringras | | | | | | ? | | | | | | | | > |
| 24 Akkerdistel | | | | | | | | | | | | | | > |
| 25 Kale jonker | | | | | | | | | | | > | | | > |
| 26 Duindoorn | | | | | | | | | | | > | | | > |
| 27 Vijfvingerkruid | | | | | | | | | | | | | ? | > |
| 28 Heelblaadjes | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 Borstelbies | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 Dwergbloem | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 Teer guichelheil | | | | | | | | | | | | | | |
| 32 Zwarte zegge | | | | | | | | | | | | | | |
| 33 Blauwe zegge | | | | | | | | | | | | | | |
| 34 Tormetil | | | | | | | | | | | | | | |
| 35 Rood /Duinzwenkgras | | | | | | | | | | | | | | |

Vervolgd op pagina 80-81

BUFFERING

REACTIE OP:

VERZURING

VERNATTING

VERDROGING

VERRIJKING

BEHEERSEFFECT

SUCCESSIE NAAR

SOORT

| | | | | | |
|----------|-----|-----|---------------|--------------------------------|----|
| ZB/BB/KB | -Y | -Y | ++P +M | Schoenus nigricans | 1 |
| | - | + | | Euphrasia stricta | 2 |
| BB/KB | -Y | -/- | ++PM | Carex flacca | 3 |
| | + | + | -MW +mw +5 | Calamagrostis epigejos | 4 |
| BB/KB | | | ++PX +/+MW | A Carex oederi cf.ssp.oederi | 5 |
| BB/KB | -Y | +/+ | +M | Epipactis palustris | 6 |
| BB/KB | - | - | ++P +MWT | Eleocharis quinqueflora | 7 |
| BB/KB | | +/+ | ++P +/+WT | Sagina procumbens | 8 |
| B | | - | - | Linum catharticum | 9 |
| BB/KB | - | +/+ | ++P | Dactylorhiza incarnata | 10 |
| BB/KB | - | - | | Galium uliginosum | 11 |
| ZB/BB/KB | - | - | ++PX | Centaurium littorale | 12 |
| ZB/BB/KB | - | - | ++PX +W | Centaurium pulchellum | 13 |
| ZB/BB/KB | - | + | ++PX +/+W | Samolus valerandi | 14 |
| | | - | | Ranunculus flammula | 15 |
| | | | ++P | Eleocharis palustris/uniglumis | 16 |
| B | -Y | -/- | ++P | Juncus subnodulosus | 17 |
| | + | | +M | Hydrocotyle vulgaris | 18 |
| BB/KB | | -/- | | Galium palustre | 19 |
| | | - | +4 | Carex trinervis | 20 |
| | +/+ | | ++PX | A Juncus bufonius | 21 |
| | | +/+ | ++P | Ranunculus repens | 22 |
| BB/KB | | + | ++P | Agrostis stolonifera | 23 |
| BB/KB | - | + | ++P | Cirsium arvense | 24 |
| BB/KB | - | +/+ | ++P +MW | Cirsium palustre | 25 |
| B | | + | ++M | Hippophae rhamnoides | 26 |
| | | | -M | Potentilla reptans | 27 |
| ZB/BB | | -Y | +W | Pulicaria dysenterica | 28 |
| BB/KB | | | +/+MW | Isolepis setaceus | 29 |
| BB/KB | | | ++P +/+MW | Anagallis minima | 30 |
| BB/KB | | | ++PX +/+MW | Anagallis tenella | 31 |
| STN | + | | ++P +/+M | +4 Carex nigra | 32 |
| BB/KB | | | ++P +MW | Carex panicea | 33 |
| | ++ | ++ | +5 | Potentilla erecta | 34 |
| | + | - | + | +Mw Festuca rubra s.l. | 35 |

ALGEMENE KARAKTERISTIEK

vegetaties van betrekkelijk
voedselarme moerassen en
grazige vlakten

INDICATIES VAN DEZE GEMEENSCHAPPEN

SAMEN

waterregime

nat tot matig droog; geen
inundatie of inundatieduur
minder dan <70%

zuurgraad

basisch tot neutraal; bij
gelaagdheid ook zwak zuur

trofiegraad

mesotroof tot zwak eutroof

| SOORT | TERREINCONDITIES | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------------|---|---|---|-----------|---|---|-------------|---|---|--|--|--|---|
| | WATERREGIME | | | | ZUURGRAAD | | | TROFIEGRAAD | | | | | | |
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | | | | | |
| * 36 Fijn schapegras | | | | | > | | | | | > | | | | |
| 37 Bosaardbei | | | | | > | | | | | | | | | |
| 38 Ruig viooltje | | | | | > | | | | | | | | | > |
| 39 Smalle weegbree | | | | | > | | | | | | | | | > |
| 40 Hondsviooltje | | | | | > | | | | | | | | | > |
| 41 Tandjesgras | | | | | > | | | | | | | | | > |
| 42 Gewoon reukgras | | | | | > | | | | | > | | | | > |
| 43 Gewoon struisgras | | | | | > | | | | | | | | | > |
| 44 Voorjaarszegge | | | | | > | | | | | | | | | > |
| 45 Muizeoor | | | | | > | | | | | | | | | > |

* zie noten hoofdstuk 3

BUFFERING

REACTIE OP:

VERZURING

VERNATTING

VERDROGING

VERRIJKING

BEHEERSEFFECT

SUCCESSIE NAAR

SOORT

| | | | | | | | | | |
|-------|--|------|-----|------|---|-----|-----|-------------------------------|----|
| | | | - | + | | +w | +7 | <i>Festuca cf. filiformis</i> | 36 |
| BB | | | - | | | | | <i>Fragaria vesca</i> | 37 |
| BB | | | | | | | | <i>Viola hirta</i> | 38 |
| | | | | | | +w | | <i>Plantago lanceolata</i> | 39 |
| BB/KB | | | | | - | | | <i>Viola canina</i> | 40 |
| | | ++/+ | -/+ | | | ++M | | <i>Danthonia decumbens</i> | 41 |
| | | | | | | +w | | <i>Anthoxanthum odoratum</i> | 42 |
| | | | - | +/++ | | -M | | <i>Agrostis capillaris</i> | 43 |
| KB | | | - | | | +MW | +6? | <i>Carex caryophylla</i> | 44 |
| BB/KB | | | | | | +WT | | <i>Hieracium pilosella</i> | 45 |

7.5

(RG *Ophioglossum vulgatum*/*Calamagrostis epigejos*
[*Parvocaricetea*])

| SOORT | TERREINCONDITIES | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|------------------|---|---|---|-----------|---|-------------|----|--|--|--|---|
| | WATERREGIME | | | | ZUURGRAAD | | TROFIEGRAAD | | | | | |
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 3 | 4 | | | | |
| * 1 Duinriet | | | | | >> | | | >> | | | | > |
| 2 Zeegroene zegge | | | | | < | | | < | | | | |
| 3 Knopbies | | | | | < | | | < | | | | |
| 4 Duindoorn | | | | | >> | | | | | | | > |
| 5 Blauwe zegge | | | | | | | | >> | | | | |
| 6 Drienvrige zegge | | | | | < | | | >> | | | | |
| 7 Gewone waternavel | < | | | | < | | | >> | | | | |
| 8 Riet | < | | | | < | | | > | | | | > |
| 9 Rood/Duinzwengras | | | | | >> | | | >> | | | | |
| 10 Zandzegge | | | | | >> | | | >> | | | | > |
| 11 Gewone/Smalle rolklaver | | | | | >> | | | < | | | | |
| 12 Dauwbraam | | | | | >> | | | < | | | | |
| 13 Ruig viooltje | | | | | < | | | | | | | |
| 14 Tormentil | | | | | | | | >> | | | | |
| 15 Gewone veldbies | | | | | > | | | >> | | | | |
| 16 Zandpaardebloem | | | | | > | | | < | | | | |

* zie noten hoofdstuk 3

BUFFERING

REACTIE OP:

VERZURING

VERNATTING

VERDROGING

BEHEERSEFFECT

SOORT

| | | - | + | -MW | | |
|-------|--|-----|-----|-----|--------------------------------|----|
| BB/KB | | -Y | -Y | +M | <i>Calamagrostis epigejos</i> | 1 |
| BB/KB | | -Y | -Y | +M | <i>Carex flacca</i> | 2 |
| BB/KB | | -Y | -Y | +M | <i>Schoenus nigricans</i> | 3 |
| BB/KB | | -/- | | +M | <i>Hippophae rhamnoides</i> | 4 |
| | | | | +MW | <i>Carex panicea</i> | 5 |
| | | | | +M | <i>Carex trinervis</i> | 6 |
| | | | + | | <i>Hydrocotyle vulgaris</i> | 7 |
| | | | + | | <i>Phragmites australis</i> | 8 |
| | | | -/- | +M | <i>Festuca rubra s.l.</i> | 9 |
| | | | - | | <i>Carex arenaria</i> | 10 |
| BB | | | | | <i>Lotus corniculatus s.l.</i> | 11 |
| BB | | | | -M | <i>Rubus caesius</i> | 12 |
| BB | | | -- | +MW | <i>Viola hirta</i> | 13 |
| | | | -- | +M | <i>Potentilla erecta</i> | 14 |
| | | | - | | <i>Luzula campestris</i> | 15 |
| BB | | | - | +MW | <i>Taraxacum laevigatum</i> | 16 |

ALGEMENE KARAKTERISTIEK

vegetaties van grazige vlakten

INDICATIES VAN DEZE GEMEENSCHAPPEN

SAMEN

waterregime

nat tot matig droog; geen
inundatie of hooguit
kortdurige inundatie

zuurgraad

neutraal tot zwak zuur

trofiegraad

zwak eutroof tot
matig eutroof

7.6

(*Botrychio-Polygaletum*)

| SOORT | TERREINCONDITIES | | | | | | | | | |
|----------------------------|------------------|---|-----------|---|--|-------------|---|---|--|---|
| | WATERREGIME | | ZUURGRAAD | | | TROFIEGRAAD | | | | |
| | 4 | 5 | 3 | | | 2 | | | | |
| * 1 Hondsviooltje | | | > | < | | | | | | |
| 2 Tandjesgras | | | | < | | | | | | |
| 3 Veldgentiaan | | | | | | | | | | |
| 4 Harlekijn | | | | | | | | | | |
| 5 Zwarte zegge | < | | | | | | > | | | > |
| 6 Blauwe zegge | < | | | < | | | > | | | |
| 7 Gewone waternavel | < | | | < | | | > | | | > |
| 8 Drienervige zegge | < | | | < | | | > | | | > |
| 9 Dwergvlas | < | | | | | | | < | | |
| 10 Gewoon reukgras | | | > | < | | | > | | | > |
| 11 Gewone/Smalle rolklaver | | | > | < | | | | | | > |
| 12 Fijn schapegras | | | > | < | | | > | | | > |
| 13 Rood/Duinzwengkras | < | | > | < | | | > | < | | > |
| 14 Zandzegge | < | | > | < | | | > | < | | > |
| 15 Gewoon struisgras | | | > | | | | > | | | > |
| 16 Voorjaarszegge | | | | < | | | | | | |
| 17 Schapezuring | | ? | > | | | | > | | | > |
| 18 Muizeoor | | | > | < | | | | | | > |
| 19 Geel walstro | | | > | < | | | | < | | |
| 20 Grote tijm | | | > | < | | | | | | > |
| 21 Vroege haver | | | > | | | | > | < | | |

* zie noten hoofdstuk 3

** Het mechanisme van de buffering wordt besproken in paragraaf 2.3.

BUFFERING +*

REACTIE OP:

VERZURING

VERNATTING

VERDROGING

VERRIJKING

BEHEERSEFFECT

SUCCESSIE NAAR

SOORT

| | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|---|---|---|----|---|---|-------|--------------------------------|----|
| + | | | | | | | | | +MW | <i>Viola canina</i> | 1 |
| | | | | | | | | | +M +W | <i>Danthonia decumbens</i> | 2 |
| + | | - | | - | - | | | | +MW | <i>Gentianella campestris</i> | 3 |
| + | | - | | | | | | | +MW | <i>Orchis morio</i> | 4 |
| | | | + | | | | | | +4 | <i>Carex nigra</i> | 5 |
| + | | | | | | | | | +MW | <i>Carex panicea</i> | 6 |
| | | | | | | ++ | - | | +MW | <i>Hydrocotyle vulgaris</i> | 7 |
| | | | | | | + | - | | +4 | <i>Carex trinervis</i> | 8 |
| + | | - | | | | | | | +MW | <i>Radiola linoides</i> | 9 |
| | | | | | | | | | +W | <i>Anthoxanthum odoratum</i> | 10 |
| + | | -Y | | | | | | | +MW | <i>Lotus corniculatus</i> s.l. | 11 |
| | | | | | | - | + | | +W | <i>Festuca cf. filiformis</i> | 12 |
| | | | | | | - | + | + | +MW | <i>Festuca rubra</i> s.l. | 13 |
| | | | | | | | | | +W | <i>Carex arenaria</i> | 14 |
| | | | | | | - | | | | <i>Agrostis capillaris</i> | 15 |
| + | | | | | | | | | +MW | <i>Carex caryophylla</i> | 16 |
| | | | | | | | | | +W +W | <i>Rumex acetosella</i> | 17 |
| + | | | | | | | | | +MWT | <i>Hieracium pilosella</i> | 18 |
| + | | -Y | | | | | | | | <i>Galium verum</i> | 19 |
| + | | | | | | | | | +W +W | <i>Thymus pulegioides</i> | 20 |
| | | | | | | | | | | <i>Aira praecox</i> | 21 |

ALGEMENE KARAKTERISTIEK

vegetaties van grazige vlakten

INDICATIES VAN DEZE GEMEENSCHAPPEN

SAMEN

waterregime

vochtig tot matig droog;
geen inundatie (of zeer
zelden voor hooguit korte
duur geïnundeerd)

zuurgraad

zwak zuur

trofiegraad

mesotroof

Duinvallei op Voorne





In sommige valleien speelt de aan- of afwezigheid van brak water een rol bij het al dan niet voorkomen van plantensoorten en vegetatietypen. In duinvalleien is een brak milieu het gevolg van een incidentele overspoeling door al dan niet verdund zee-water (ZIE PAR. 2.1). Zonder zulke overspoeling verzoeten strandvlakten en duinvalleien (*type brakwatervallei*) op de duur. Omdat een brakwatergebied in de referentielocaties niet aanwezig is, volgt hier een korte beschrijving van de vegetatie van brakke valleien. Het brakwaterbereik wordt gekenmerkt door een (beperkt) aantal brakwatersoorten. Een aantal van de water- en moerasplanten die op standplaatsen met zoet water voorkomen, ontbreekt op zeer brakke standplaatsen, maar komt op matig brakke (mesohaliene) standplaatsen wel voor. Andere zoetwatersoorten komen uitsluitend in het zoete bereik voor of in het zoete en hooguit zwak brakke (oligohaliene) bereik. Of een standplaats onder invloed staat van zwak brak water dan wel zoet, sterk gebufferd, heel hard water is veelal niet goed vast te stellen. Bij verzoeting treedt een (althans tijdelijk) naast elkaar voorkomen van zout- brak- en zoetwatersoorten op,

waardoor vooral zwak brakke gebieden relatief soortenrijk zijn. Bossen, struwelen en heiden komen nauwelijks op standplaatsen met brakwaterinvloed voor.

Sommige soorten vertonen op brakke standplaatsen binnen een reeks van jaren aanzienlijke verschillen in presentie.¹²¹ De eenjarigen van de voor een brak milieu typische soorten (bijvoorbeeld Strand-duizendguldenkruid en Fraai duizendguldenkruid) kunnen op relatief zoute strandvlakten na een nat voorjaar veel voorkomen, terwijl ze na een droog voorjaar nauwelijks aanwezig zijn. Dit verschil in presentie is het gevolg van de grootte van het neerslagtekort. Een droog voorjaar kan in strandvlakten niet alleen leiden tot een relatief laag vochtgehalte van de bodem, maar ook tot een relatief hoog zoutgehalte in het bodemvocht door sterke verdamping (ZIE OOK PAR. 2.1 'OVERSTROMING MET ZEEWATER'). De eenjarige soorten die zijn gebonden aan een matig brak of zwak brak milieu, ontdekken dan problemen bij de kieming of vestiging.

Meestal groeien in brak open water karakteristieke vegetaties van Snavelruppia (*Ruppia maritima*) en Spiraalruppia (*Ruppia cirrhosa*), d.w.z. gemeenschappen die behoren tot de Ruppia-klasse. Soms kunnen Kranswieren overheersen (gemeenschappen van de Kranswieren-klasse). In (matig?) brakke duinplassen kan bijv. de Associatie van Brakwater kransblad vertegenwoordigd zijn. De gemeenschappen van het Verbond van Gesteelde zannichellia (Fonteinkruid-klasse), o.a. de Associatie van Zilte waterranonkel, kunnen in zwak brak water voorkomen.

Kleine plassen met matig brak tot zwak brak water kunnen spoedig dichtgroeien met Heen (*Bolboschoenus maritimus*) en Ruwe bies (*Schoenoplectus tabernaemontani*) die de Associatie van Heen en Grote waterweegbree (Riet-verbond) karakteriseren. Zijn de plassen nog betrekkelijk zout, dan groeien tussen de biezen vaak nog andere plantensoorten die zowel in zout als brak water kunnen voorkomen, zoals bijvoorbeeld Zulte (*Aster tripolium*). Bij verzoeting vestigt zich meestal spoedig Riet en verdwijnen de biezen en andere zoutminnende soorten. Vervolgens kan Riet toenemen en er ontstaat dan een zeer soortenarm rietland (RG Riet [Riet-klasse]). Ook kunnen geleidelijk andere zoetwater-moerasplanten verschijnen en eventueel gaan overheersen. Enkele associaties van de Riet-klasse, de Galigaan-associatie, de Riet-associatie en de Lidsteng-associatie, zijn behalve van een zoet milieu ook bekend van een zwak brak milieu. In zwak brakke en mogelijk ook matig brakke milieus kunnen tevens vegetaties groeien die worden gedomineerd door Slanke waterbies of Gewone waterbies (o.a. RG Gewone waterbies [Riet-klasse], die verbindt met het Zilver schoon-verbond (*Lolio-Potentillion*).

Op de wisselvochtige brakke standplaatsen worden onder meer pioniergemeenschappen van het Zeevetmuur-verbond of het Dwergbiezen-verbond aangetroffen: met name de Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia (matig brak of zwak brak; soms ook zoet) en de Draadgentiaan-associatie (zwak brak of zoet).

De op afwisselend overstromde en droogvallende plaatsen groeiende vegetaties van de Oeverkruid-klasse staan over het algemeen niet onder invloed van brak water.

De Associatie met Waterpunge en Oeverkruid en diverse rompgemeenschappen van de Oeverkruid-klasse komen echter behalve op zoete ook op zwak brakke standplaatsen voor. Het is niet uitgesloten dat sommige van de andere gemeenschappen van de Oeverkruid-klasse ook in zwak brak milieu kunnen voorkomen.

De plantengemeenschap die zich in duinvalleien bij verzuring ontwikkelt, de Associatie van Drienvrige zegge & Zwarte zegge, is zoutmijdend, maar kan na een overstroming met zout water snel regenereren. De Typische subassociatie van de Knopbies-associatie is gebonden aan zoete standplaatsen, maar de Subassociatie van Parnassia & Duinrus kan in min of meer brakke milieus voorkomen.¹²² Deze tweede gemeenschap kan zich bij verzoeting van strandvlakten en duinvalleien uit een vegetatie behorend tot de Kwelderzegge-associatie (*Junco-Caricetum extensae*) ontwikkelen en bevat dan veelal nog zoutplanten. Op strandvlakten en in duinvalleien waar de verzoeting pas is begonnen, kunnen eventueel nog een aantal andere gemeenschappen van vooral zoute milieus vertegenwoordigd zijn (*Asteretea en Saginetea maritimi*; vooral Verbond van Engels gras of het Zeevetmuur-verbond).

¹²⁰ naar Westhoff & Van Oosten, 1991; Schaminée et al., 1995 en deel 3 Laagveenmoerassen van de serie indicatorsoorten

¹²¹ Olff et al. (1993), Rozema (1976), Schat (1982) en Van Tooren et al. (1983) in Grootjans et al. (1995)

¹²² zie ook voetnoot bij par. 1.5

Hiernaast volgt een opsomming van soorten die in brakke duinvalleien kunnen worden aangetroffen. Zowel het matig brakke als het zwak brakke traject is ruim genomen. Als in een terrein het zoutgehalte binnen dit bereik verandert, verschijnen of verdwijnen meestal een beperkt aantal soorten; niet alle soorten van de lijst die in het terrein voorkomen hoeven dan te reageren. Het specifieke bereik van iedere soort is echter nog onvoldoende bekend.

De lijst is niet speciaal voor het Renodunaal district gemaakt; verschillen tussen het voorkomen van de soorten in het Renodunaal district en in het Waddendistrict zijn mogelijk.

* in sterk gebufferd of zwak brak milieu voorkomend; de soort zou in plaats van tot de eerste groep ook tot de laatste groep kunnen worden gerekend

? plaatsing onzeker

Kenmerkende soorten voor matig brak en zwak brak milieu

| | |
|--|--|
| Engels gras | <i>Armeria maritima</i> |
| Zeealsem | <i>Artemisia maritima</i> |
| Zulte | <i>Aster tripolium</i> |
| Rode bies | <i>Blysmus rufus</i> |
| Heen | <i>Bolboschoenus maritimus</i> |
| Stomphoekig sterrekroos | <i>Callitriche obtusangula</i> |
| Zilte zegge | <i>Carex distans</i> |
| Kwelderzegge | <i>Carex extensa</i> |
| Strandduizendguldenkruid | <i>Centaurium littorale</i> |
| Fraaiduizendguldenkruid | <i>Centaurium pulchellum</i> |
| Fijn hoornblad | <i>Ceratophyllum submersum</i> |
| Deens lepelblad | <i>Cochlearia danica</i> |
| Duinzwengkruid | <i>Festuca arenaria</i> |
| Melkkruid | <i>Glaux maritima</i> |
| Lidsteng * | <i>Hippuris vulgaris</i> * |
| Duinrus s.s. | <i>Juncus alpinoarticul. ssp. atricapillus</i> |
| Zilte rus | <i>Juncus gerardi</i> |
| Zeerus | <i>Juncus maritimus</i> |
| Groot nimfkruid | <i>Najas marina</i> |
| Addertong * | <i>Ophioglossum vulgatum</i> * |
| Weegbreefonteinkruid * | <i>Potamogeton coloratus</i> * |
| Bleek kweldergras | <i>Puccinellia distans ssp. borealis</i> |
| Zilte waterranonkel (?) | <i>Ranunculus baudotii</i> (?) |
| Waterpunge | <i>Samolus valerandi</i> |
| Ruwe bies | <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> |
| Zilte schijnspurrie | <i>Spergularia marina</i> |
| Gerande schijnspurrie | <i>Spergularia media</i> |
| Aardbeiklaver (?) | <i>Trifolium fragiferum</i> (?) |
| Schorrezoutgras | <i>Triglochin maritima</i> |
| Gesteelde zannichellia | <i>Zanichellia palustris ssp. pedicellata</i> |
| groenwieren van het geslacht <i>Enteromorpha</i> | <i>Enteromorpha spec.</i> |

Tolerant voor matig brak en zwak brak milieu

| | |
|--------------------------|---------------------------------------|
| Tweerijige zegge | <i>Carex disticha</i> |
| Dwergzegge | <i>Carex oederi ssp. oederi</i> |
| Oeverzegge | <i>Carex riparia</i> |
| Grof hoornblad | <i>Ceratophyllum demersum</i> |
| Gewone waterbies | <i>Eleocharis palustris</i> |
| Slanke waterbies | <i>Eleocharis uniglumis</i> |
| Moerasdroogbloem | <i>Gnaphalium uliginosum</i> |
| Bultkroos | <i>Lemna gibba</i> |
| Klein kroos | <i>Lemna minor</i> |
| Puntkroos | <i>Lemna trisulca</i> |
| Kleine leeuwetand | <i>Leontodon saxatilis</i> |
| Aarvederkruid | <i>Myriophyllum spicatum</i> |
| Parnassia | <i>Parnassia palustris</i> |
| Riet | <i>Phragmites australis</i> |
| Puntig fonteinkruid | <i>Potamogeton mucronatus</i> |
| Schedefonteinkruid | <i>Potamogeton pectinatus</i> |
| Tenger fonteinkruid | <i>Potamogeton pusillus</i> |
| Zilverschoon | <i>Potentilla anserina</i> |
| Stijve waterranonkel (?) | <i>Ranunculus circinatus</i> (?) |
| Zittende zannichellia | <i>Zanichellia palustris ssp. pal</i> |

3

INDICATORSOORTEN: NOTEN BIJ DE TABELLEN

Per vegetatietype of groep van vegetatietypen van de duinvalleien zijn plantensoorten geselecteerd, waarvan de lokale indicatiewaarde is getoetst en omgewerkt naar een regionaal geldige aanduiding. De soorten zijn uitgekozen op basis van criteria met betrekking tot herkenbaarheid, het ecologisch bereik, gevoeligheid voor veranderingen en regionale verspreiding. De soorten zijn genummerd in de volgorde waarin zij zijn opgenomen in de indicatorsoortentabellen. Opmerkingen over eventuele districtsgebonden bijzonderheden van soorten zijn voor iedere afzonderlijke soort opgenomen in de noten. De basisinformatie voor de indicaties werd verkregen via locatiestudies (ook referentiegebieden genoemd, ZIE HOOFDSTUK 4); in de noten worden de referentielocaties aangeduid met een locatiennaam en een *. Deze basisinformatie werd getoetst (ZIE PAR. 1.4) aan literatuur en mondeling overgedragen kennis van vegetatiekundigen: in de noten worden die bronnen aangegeven met een auteursnaam en (eventueel) jaar van publicatie. Voor een deel van de soorten is geen indicatie voor successie of reactie op een verandering van standplaatscondities opgenomen in de tabellen, omdat concrete gegevens en abiotische metingen van verschillende jaren achtereen ontbraken. Bodemkalkgehalte, verstuiving of op/overstuiving en salt-spray zijn voor de vegetatie en plantensoorten van duinvalleien van het Renodunaal district belangrijke factoren; ze zijn echter in een samenspel met andere factoren werkzaam (ZIE PAR. 2.1). Daarom zijn ze niet in aparte kolommen behandeld in de indicatorsoorten-tabellen. Eventuele opmerkingen ten aanzien van deze factoren worden vermeld in de noten.

Bij de eerste soort van een tabel is steeds vermeld '(wijst) binnen de gemeenschappen van tabel 7.n op...'. Deze beperking is voor alle soorten in de tabel van toepassing, zowel voor de beschrijving van standplaatsbereik als voor de beschrijving van de reactie van de soort op veranderingen, maar omwille van de betere leesbaarheid is deze vermelding verder meestal vervangen door een '(wijst hier op)' of weggelaten. Relatieve omschrijvingen zoals 'relatief eutroof' of 'relatief droog' hebben in de noten bij de tabellen altijd betrekking op het standplaatsbereik van de hele groep van gemeenschappen waaronder de soort is opgenomen (de afzonderlijke gemeenschappen van de groep hoeven niet het gehele bereik te beslaan). De schuine scheidingsstreep / is soms gebruikt om combinaties van relatieve factoren op een eenvoudige manier op te sommen. Zo staat 'relatief basische/eutrofe/droge standplaatsen' voor 'relatief basische, relatief eutrofe en relatief droge standplaatsen'.

Associatie van Ongelijkbladig fonteinkruid en Associatie van Waterpunge & Oeverkruid

1. Ongelijkbladig fonteinkruid: binnen deze groep van vegetatietypen wijst de soort op basische tot zwak zure, oligotrofe tot mesotrofe omstandigheden. Ze groeit meestal in ondiep water en op amfibische standplaatsen met langdurige inundatie. Ze verdwijnt bij eutrofiëring en vermoedelijk bij verzuring (in vennen verdwijnt de soort bij verzuring; Aggenbach et al., 1997). De soort wordt door plagbeheer bevorderd. In de referentielocatie *Ijsbaanvallei, Goeree, zijn de standplaatsen zwak zuur en worden gebufferd door aanvoer van matig baserijk grondwater. De soort bereikt hier soms een relatief hoge bedekkingsgraad. In het Waddendistrict groeit ze op basische en neutrale standplaatsen. In nattere jaren met permanente inundatie neemt ze hier snel toe en in drogere jaren met in de zomer droogvallende bodems neemt ze af (Duinvalleien Waddendistrict, Aggenbach & Jalink, 1998). Ongelijkbladig fonteinkruid is vermeld voor oppervlaktewater (o.a. van vennen) met een pH van 6,5-9,0 en een alkaliteit van 0,5-5,0 meq HCO₃/l (Arts, 1990).

2. Kranswieren (*Chara aspera* en *Chara globularis*): wijzen hier op ondiep water of op zeer natte standplaatsen met een matig lange tot lange inundatieduur. Kranswieren komen meestal voor onder mesotrofe tot zwak eutrofe omstandigheden. Bij verdroging verdwijnen ze en door afgraving (voor beheersdoelen) en door plagbeheer worden ze bevorderd.

Referentielocatie voor de duinvalleien van het Renodunaal is de *Ijsbaanvallei, Goeree, waar de standplaatsen worden gebufferd door aanvoer van matig baserijk grondwater en de soorten een hoge bedekkingsgraad bereiken. In Nederland is *Chara globularis* aangetroffen in voedselarme wateren met een pH van 6,0 tot meer dan 8,5 op een bodem die arm tot matig rijk is aan P (De Lyon & Roelofs, 1986).

3. Oeverkruid: hoge bedekkingsgraad van de soort wijst hier op zeer natte tot natte standplaatsen met periodieke inundatie. Ze groeit onder oligotrofe en mesotrofe omstandigheden en is hier indifferent ten aanzien van de pH. Bij eutrofiëring verdwijnt ze. Ze wordt bevorderd door plagbeheer (Annema en Jansen, 1998). Referentielocaties zijn *Ijsbaanvallei, Goeree, en *Meinderswaalvallei, Goeree. Ze groeit er op geplagde en ongeplagde plekken (soms met zeer hoge bedekkingsgraad), op kalkige kleibodem of op plaatsen die worden gebufferd door aanvoer van (matig) baserijk grondwater. Volgens Schoof-Van Pelt (1973) kan de soort zowel een droogvallen van de plasbodem als een zomerinundatie - tot een waterdiepte van 60 cm - goed doorstaan. In Nederlandse oppervlaktewateren komt de soort voornamelijk voor bij een pH van 3,5-9,5 en een alkaliteit van < 3,0 meq/l (o.a. Arts, 1990). Schoof-Van Pelt (1973) trof Oeverkruid meestal aan in oppervlaktewater met een pH > 7, bij een EGV van > 200 µS/cm, een Ca-gehalte van 1-50 mg/l en een Cl-gehalte van 5-1306 mg/l. Bij lage pH-waarden verdwijnt de soort op den duur (mededeling A.J.M. Jansen).

4. Gewone/Slanke waterbies: zijn in deze publicatie samengenomen. Een hoge bedekkingsgraad van de plant wijst hier op relatief eutrofe, natte standplaatsen met periodieke inundatie. Verder groeit ze ook aquatisch. Ten aanzien van de zuurgraad is de plant indifferent. In droge jaren kan de plant toenemen op bodems die 's zomers droogvallen. Ze mijdt standplaatsen die alleen onder invloed staan van stagnerend regenwater. Ze wordt bevorderd door plag-beheer.

Referentielocaties zijn *IJsbaanvallei, Goeree, en *Meinderswaalvallei, Goeree. Ze groeit er op geplagde en ongeplagde plekken (soms met zeer hoge bedekkingsgraad), op kalkrijke kleibodem of op plaatsen die worden gebufferd door aanvoer van matig basenrijk grondwater. Zie ook Duinvalleien Waddendistrict, Aggenbach & Jalink, 1998). ZIE OOK TAB. 7.4 N.16.

5. Waterpunge: duidt hier op zeer natte tot natte, relatief basische, mesotrofe omstandigheden. Bij sterke vernatting en bij verzuring en ook bij eutrofiëring verdwijnt de soort (Grootjans et al., 1988; Duinvalleien Waddendistrict, Aggenbach & Jalink, 1998). De soort wordt bevorderd door afgraving (voor beheersdoelen), plaggen en extensieve beweiding.

Referentielocaties zijn hier *IJsbaanvallei, Goeree, en *Meinderswaalvallei, Goeree. De standplaatsen van de soort worden meestal (zoals in de referentielocaties) gebufferd door bodemkalk of aanvoer van basenrijk grondwater. Zoals in duinvalleien van het Waddendistrict (Duinvalleien Waddendistrict, Aggenbach & Jalink, 1998) is vastgesteld, kan de soort in droge jaren snel toenemen waar plassen 's zomers droogvallen. Vestiging en langdurige aanwezigheid van deze soort zijn alleen mogelijk op standplaatsen waar geregeld, gedurende natte winters, hoge waterstanden optreden.



Vegetatie met o.a. Watermunt, Heelblaadjes en Koninginnekruid

De kiemplanten van deze tweejarige soort zijn namelijk droogtegevoelig (Schat, 1982).

ZIE OOK TAB. 7.3 N.7 EN 7.4 N.14.

6. Ondergedoken moerasscherm: wijst hier op ondiep open water of zeer natte tot natte omstandigheden met periodieke inundatie. De soort komt vooral voor op standplaatsen met relatief lange periodieke inundatie. Verder is de standplaats van de soort oligotroof of mesotroof. Ze verdwijnt bij eutrofiëring en kan verschijnen na plagbeheer (Annema & Jansen, 1998). Referentielocatie is het geplagde deel van *IJsbaanvallei, Goeree, waar de standplaatsen worden gebufferd door aanvoer van matig basenrijk grondwater. Ze bereikt er een relatief hoge bedekkingsgraad op een vrij humeuze standplaats die relatief kort geïnundeerd wordt. In Nederland komt de soort voornamelijk voor in oppervlaktewater met een pH van 6,0-8,5 en een alkaliteit van 0,2-2,5 meq/l (Arts, 1990). In vennen en in duinvalleien van het Waddendistrict verdwijnt de soort bij verzuring (Aggenbach et al., 1997 en Aggenbach & Jalink, 1998).

7. Riet: hoge presentie van Riet duidt hier op relatief eutrofe en neutrale omstandigheden. Deze soort kan door middel van bovengrondse uitlopers vanaf de zijkant open vegetaties binnendringen. Eenmaal gevestigd, handhaaft Riet zich lang wegens een uitgebreid wortelstelsel. Op den duur kan Riet gaan domineren als gevolg van een eutrofiëring door mineralisatie van organisch materiaal (Duinvalleien Waddendistrict, Aggenbach & Jalink, 1998). Daarbij treedt een ontwikkeling in de richting van de RG Riet [Riet-klasse] op. Referentielocatie is het geplagde deel van de *Meinderswaalvallei, Goeree. De soort treedt in duinvalleien op humusarm zand als pionier op als de waterstand in de winter hoog genoeg is en het grond- of oppervlaktewater voldoende voedselrijk is (Weeda et al., 1994). De soort kan in duinvalleien ook gaan domineren als gevolg van eutrofiëring van het grond- en oppervlaktewater en bij kunstmatige infiltratie van oppervlaktewater. Maaibeheer of begrazing (in de zomer) zorgen dat het Riet ijl en laag blijft (mededeling A.J.M.Jansen).

8. Gewone waternavel: wijst hier op zeer natte tot natte omstandigheden; de soort is indifferent ten aanzien van de pH. Een hoge bedekkingsgraad van de soort wijst op plekken waar enig organisch materiaal is opgehoopt. In droge jaren neemt de soort snel toe op standplaatsen die 's zomers droogvallen. Referentielocaties zijn geplagde en ongeplagde delen van de *IJsbaanvallei, Goeree, en de geplagde *Meinderswaalvallei, Goeree. Ze groeit er soms met relatief hoge bedekkingsgraad. ZIE OOK TAB. 7.4 N.18.

9. Egelboterbloem: wijst hier op zeer natte tot natte, zwak zure tot basische omstandigheden. In droge jaren neemt ze snel toe op standplaatsen die 's zomers droogvallen (Duinvalleien Waddendistrict, Aggenbach & Jalink, 1998). Ze kan na plagbeheer verschijnen en dan een paar jaar lang hoge bedekkingen bereiken. Referentielocaties zijn geplagde delen van de *IJsbaanvallei, Goeree, en de geplagde *Meinderswaalvallei, Goeree. In Nederland komt de soort voornamelijk voor in oppervlaktewater met een pH van > 5,0 en een alkaliteit van < 3,0 meq/l (Arts, 1990). De soort verdwijnt bij een verzuring van venen langzaam; ze verdraagt tijdelijk een pH van < 5,0 (Arts, 1990). ZIE OOK TAB. 7.4 N.15 EN 7.3 N.4.

10. Zomprus: geeft binnen deze gemeenschappen zeer natte tot natte standplaatsen aan; de plant wordt bevorderd door plagbeheer. Referentielocatie is de *IJsbaanvallei, Goeree. Zomprus groeit hier op een zwak zure standplaats die wordt gebufferd door aanvoer van matig basenrijk grondwater. In pioniervegetaties bereikt de soort vaak een hoge bedekkingsgraad. De bedekking neemt dan later geleidelijk af.

11. Watermunt: wijst hier op zeer natte tot natte, basische tot zwak zure en mesotrofe of zwak eutrofe omstandigheden; hoge presentie van de soort wijst op relatief droge standplaatsen. De soort neemt snel toe bij een verdroging waarbij de bodem 's zomers droogvalt (Duinvalleien Waddendistrict, Aggenbach & Jalink, 1998) en ze wordt bevorderd door plagbeheer. Referentielocaties zijn geplagde en ongeplagde delen van de *IJsbaanvallei, Goeree, en de geplagde *Meinderswaalvallei, Goeree. Watermunt groeit daar ook in andere gemeenschappen.

12. Fioringras: geeft hier zeer natte tot natte, basische tot zwak zure standplaatsen aan. Een hoge presentie duidt op relatief droge, relatief basische en relatief eutrofe standplaatsen. Dit gras gaat snel achteruit bij vernatting waarbij de inundatieduur gaat toenemen en neemt snel toe bij een verdroging waarbij de inundatieduur afneemt. Het neemt toe bij eutrofiëring. Na plagbeheer kan de soort verschijnen. Referentielocaties zijn geplagde delen van de *Meinderswaalvallei, Goeree, en *Ijsbaanvallei, Goeree, waar de soort groeit op standplaatsen die worden gebufferd door bodemkalk respectievelijk door aanvoer van matig basenrijk grondwater. ZIE OOK TAB. 7.4 N.23.

13. Dwergzegge: duidt hier op zeer natte tot natte omstandigheden. Een hoge presentie van de soort duidt hier op mesotrofe, relatief droge standplaatsen met een relatief korte inundatieduur. Bij afname van de inundatieduur als gevolg van verdroging neemt de soort snel toe of kan ze verschijnen, bij een toename van de inundatieduur als gevolg van vernatting neemt snel ze af of verdwijnt ze. Bij eutrofiëring neemt ze ook af. De soort wordt bevorderd door plagbeheer en andere beheersmaatregelen die voor een open vegetatiestructuur zorgen, zoals afgraving, maaien en extensieve beweiding. Ze kan een paar jaar lang hoge bedekkingen bereiken en dan neemt de bedekking geleidelijk weer af (mededeling A.J.M.Jansen).

Referentielocaties zijn geplagde delen van de *Ijsbaanvallei, Goeree, en de *Meinderswaalvallei, Goeree. De soort groeit er op plaatsen die worden gebufferd door bodemkalk of aanvoer van matig basenrijk grondwater. Vergelijk met Duinvalleien Waddendistrict, Aggenbach & Jalink 1998. ZIE OOK TAB. 7.2 N.10 EN 7.4 N.5.

14. Knolrus s.l.: duidt hier op zeer natte tot natte, ontkalkte tot kalkarme, relatief zure omstandigheden. De soort komt voor waar toestroming van matig basenrijk of basenarm grondwater optreedt of waar regenwater stagneert en neemt toe bij verzuring. Ze neemt ook toe wanneer een valleibodem in droge zomers langdurig droogvalt (Duinvalleien Waddendistrict, Aggenbach & Jalink, 1998). Referentielocatie is de *Ijsbaanvallei, Goeree, waar de soort groeit op een kalkarme, zwak zure standplaats die wordt gebufferd door aanvoer van matig basenrijk grondwater. In het Waddendistrict komt de soort af en toe voor in gemeenschappen van de Oeverkruid-klasse en met een hoge bedekingsgraad op matig zure standplaatsen.

15. Moerasstruisgras: wijst hier op zeer natte tot natte standplaatsen. Een hoge presentie van de soort duidt op kalkarme, relatief zure, zwak eutrofe standplaatsen (humeuze bodems) die worden beïnvloed door stagnerend regenwater of door toestroming van relatief basenarm grondwater. De standplaatsen vertonen relatief grote fluctuaties van de waterstand, hetgeen mineralisatieprocessen in humeuze zandbodems bevordert. Dit is gunstig voor deze soort. Ze neemt toe bij verzuring en neemt af bij vernatting. Moerasstruisgras is binnen gemeenschappen van de Oeverkruid-klasse aangetroffen in de *Ijsbaanvallei, Goeree. Ze groeit daar op standplaatsen die worden gebufferd door aanvoer van matig basenrijk grondwater. ZIE OOK TAB. 7.3 N.16.

16. Slanke waterweegbree: geeft hier relatief eutrofe omstandigheden aan en verder ondiep water of zeer natte tot natte omstandigheden met periodieke inundatie. Eutrofiëring zorgt voor een toename van de soort.

Referentielocatie is het geplagde deel van de *IJsbaanvallei, Goeree, op een standplaats die wordt gebufferd door aanvoer van matig baserijk grondwater. Volgens Weeda et al. (1991) is Slanke waterweegbree vaak niet onderscheiden van Grote waterweegbree en is het niet duidelijk in hoeverre de standplaatscondities verschillen. Slanke waterweegbree groeit volgens hen in het algemeen aan en in ondiep, relatief basisch, zoet tot enigszins brak, vrij voedselrijk water en komt vooral op kleigrond voor. De Lyon & Roelofs (1986) vermelden dat de soort voorkomt in Nederlandse oppervlaktewateren met een pH van 5,5 of hoger (de soort is zelfs gevonden bij pH > 8,5).

17. Grote waterweegbree: geeft hier relatief eutrofe omstandigheden aan en ondiep water of zeer natte tot natte omstandigheden met periodieke inundatie. Eutrofiëring zorgt voor toename van de soort (zie ook Slanke waterweegbree hierboven). Referentielocatie is het geplagde deel van de *IJsbaanvallei, Goeree. De Lyon & Roelofs (1986) vermelden dat de soort voorkomt in Nederlandse oppervlaktewateren met een pH van 5,5 of hoger (de soort is zelfs bij pH > 8,5 gevonden). Weeda et al., (1991) vermelden over deze soort het volgende: de soort is een pionier van oevers met natte, kale bodem. De standplaatsen liggen 's zomers lange tijd droog, maar blijven dan wel nat, ofwel ze staan net onder water. De soort groeit aan en in matig voedselarm tot voedselrijk water, dat relatief zoet tot enigszins brak is, niet sterk zuur, stilstaand tot zwak stromend. De soort neemt langzaam af als de vegetatie zich sluit.



Pioniervegetatie met o.a. Dwergzegge, Fioringras en Oeverkruid

18. Zilte waterranonkel: wijst hier op relatief eutrofe omstandigheden en ondiep water of zeer natte tot natte omstandigheden met periodieke inundatie. Eutrofiëring en harder worden van het water (mededeling A.J.M.Jansen) zorgen voor verschijnen of toename van de soort. Ze verdwijnt bij verzuring.

Referentielocaties zijn geplagde delen van de *IJsbaanvallei, Goeree, en de geplagde *Meinderswaalvallei, Goeree. Weeda et al. (1985) vermelden over deze soort het volgende. Ze is algemeen in het deltagebied en komt verder in de kuststreken van Friesland en Groningen voor, op zeelei of duinzand, zowel op permanent geïnundeerde standplaatsen alsook op standplaatsen die 's zomers droogvallen. Ze groeit ook wel in door dieren bemest water en in jonge duinplassen. Volgens De Lyon & Roelofs (1986) komt de soort in Nederlandse oppervlaktewateren voor die middelmatig tot sterker alkalisch zijn, zoet of brak en zeer fosfaat- en stikstofrijk.

Draadgentiaan-associatie en Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia

De soorten van de Draadgentiaan-associatie en de Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia groeien vaak als 'inslag' in gemeenschappen van de Klasse der kleine Zeggen of de Oeverkruid-klasse. Ze kunnen worden begeleid door indicatorsoorten die zijn beschreven in tabel 7.1, 7.3 en 7.4. De hieronder beschreven indicaties zijn, voor zover het gaat om vermeldingen van de referentielocaties van het Renodunaal district, alleen afgeleid uit 'inslag-vegetaties'.

1. Dwergglas: wijst binnen deze groep van vegetatietypen op natte tot vochtige, neutrale tot matig zure (pH 7,0-5,0), kalkarme standplaatsen, die kunnen worden gebufferd door toestroming van basenhoudend tot basenrijk grondwater. De soort neemt af bij verzuring, verdwijnt bij eutrofiëring en verdwijnt vermoedelijk eveneens bij verdroging. De soort wordt bevorderd door plagbeheer en door extensieve beweiding en maaien. Op de standplaatsen is de begroeiing open en is de bodem kaal of heeft een dunne humuslaag. Als de vegetatie zich sluit, neemt de soort af en verdwijnt op den duur. Referentielocaties zijn hier drie van de referentievaleien *OBN-extra, Goeree, en verder de *IJsbaanvallei, Goeree. Omdat de soort basische en extreem zure omstandigheden mijdt, komt ze in gebieden met kalkrijke en kalkhoudende bodem alleen daar voor waar een (iets verzurend) humuslaagje aanwezig is (Annema & Jansen, 1998), terwijl ze op kalkarme bodems gebonden is

aan plaatsen waar humus afwezig of nauwelijks aanwezig is. Volgens During (1973) komt deze soort alleen voor bij een pH van < 6,5 en ontbreekt ze in kalkrijke duinen. Beijersbergen (1991) vermeldt voor Dwergglas op Schouwen een pH-bereik van 6-7. Kapteyn (1988) vond de soort in valleien van Terschelling en de Hollandse kust bij een bodem-pH van 5,0-7,0 en optimaal bij een pH van 6,0-6.5. ZIE OOK TAB. 7.3 N.17 EN 7.6 N.9.

2. Borstelbies: duidt hier op natte tot vochtige, neutrale tot matig zure, mesotrofe tot zwak eutrofe standplaatsen. Een hoge presentie van de soort wijst hier op mesotrofe, licht humeuze standplaatsen. Op zulke plaatsen kan ze langdurig aanwezig zijn, met name bij extensieve beweiding. Ook door andere maatregelen die voor een open vegetatiestructuur zorgen, door plagen en/of (voor beheersdoelen) afgraven alsmede door maaien wordt de soort bevorderd. Omdat de soort basische omstandigheden mijdt, is ze op kalkrijke/kalkhoudende bodem gebonden aan aanwezigheid van humus.

Referentielocaties zijn duinvalleien van *Schouwen en de *Oost- en Middelduinen, Goeree, waar standplaatsen gebufferd worden door bodemkalk of kwel en capillaire opstijging van basenhoudend grondwater. In de *Knopbiesvallei, Goeree, verscheen de soort nadat de verruigde zeggenvegetatie een keer kort was afgemaaid. Weeda et al. (1994) geven aan dat de soort voorkomt op vochthoudende tot relatief natte, enigszins dichtgeslagen, meestal humeuze, hooguit licht bemeste zand- of leembodem. Ze vermelden dat de soort lang stand houdt op matig voedselrijke bodem, en snel verdwijnt in voedselrijkere milieus. Verder geven ze aan dat de soort in beweide en weinig tot niet bemest terrein (onder andere valleien van vroongronden) langdurig kan voorkomen. ZIE OOK TAB. 7.4 N.29.

3. Greppelrus: wijst hier op natte tot vochtige omstandigheden. Hoge presentie van de soort wijst op standplaatsen die worden geïnundeerd. De soort vestigt zich op open plekken die door plagbeheer, afgraving of uitstuiwing zijn ontstaan. Als de vegetatie zich sluit, neemt de soort af en verdwijnt ze op den duur. Referentielocaties zijn duinvalleien van *Schouwen en de *Oost- en Middelduinen, Goeree. Weeda et al., 1994 geven de volgende beschrijving over Greppelrus: de soort is een pionier op vochtige, kale min of meer verdichte bodem op allerlei grondsoorten, vooral op kalkarme tot kalkloze, stikstofhoudende tot stikstofrijke zand en leemgrond. Op plekken met relatief voedselarme omstandigheden wijst haar verschijnen op het binnendringen van meststoffen. Het talrijk voorkomen in periodieke duinplassen houdt verband met bemesting, vaak door meeuwen. In gesloten begroeiingen houdt de soort geen stand. ZIE OOK TAB. 7.3 N.18 EN 7.4 N.21.

4. Moerasdroogbloem: geeft hier relatief natte omstandigheden aan. De soort groeit op humusarme tot matig humeuze plaatsen. Ze verdwijnt bij verzuring en wordt bevorderd door voor beheersdoelen plaggen en afgraven. Referentielocaties zijn duinvalleien van *Schouwen en de *Oost- en Middelduinen, Goeree, waar de standplaatsen gebufferd worden door aanvoer van basenarm tot matig basenrijk grondwater en een enkele keer door bodemkalk of aanvoer van basenrijk grondwater. Volgens Weeda et al. (1991) groeit de soort op open, zonnige, relatief vochtige plaatsen, vooral op 's winters geïnundeerde en 's zomers droogvallende plekken met min of meer humeuze, kalkarme zand of leemgrond. Verder zeggen zij dat de soort kenmerkend is voor oppervlakkige bodemverdichting. Ze is een

pionier op de bodem van verse greppels, op pas afgegraven terrein, langs wegranden, op plaatsen waar dikwijls plasjes water blijven staan en op natte plekken in weilanden.

5. Bleekgele droogbloem: duidt hier op relatief natte omstandigheden. De soort groeit op humusarme tot vermoedelijk matig humeuze standplaatsen. De soort kan verschijnen na voor beheersdoelen plaggen en afgraven (Annema en Jansen, 1998).

Referentielocaties zijn *Meinderswaalvallei, Goeree, en *Ijsbaanvallei, Goeree, waar de soort groeit op kalkarme en kalkrijke standplaatsen met pH(H₂O) van 5,3 – 7,2. Weeda et al. (1991) vermelden over deze soort het volgende: het is een plant van open, zonnige plaatsen op vochtige en 's zomers soms vrij droge, vaak kalkhoudende en min of meer humeuze leem- of zandgrond. Groeiplaatsen in duinvalleien betreffen dikwijls voormalig bouwland of plekken waar struweel is geroid.

6. Dwergbloem: komt hier voor onder natte tot vochtige, neutrale tot zwak zure, mesotrofe omstandigheden. De soort verdwijnt bij eutrofiëring. Ze is een pioniersoort die zich vestigt of toeneemt op kale zandbodems zoals die ontstaan na plagbeheer, maaien of extensieve beweiding (Annema en Jansen, 1998). De standplaatsen worden gebufferd door bodemkalk of kwel en capillaire opstijging van basenrijk grondwater. In bodems met bodemkalk is voor de soort de aanwezigheid van een dun (enigszins verzurend) humuslaagje noodzakelijk, zodat de toplaag niet basisch is; de soort mijdt basische omstandigheden. Op kalkarme bodems groeit de soort echter alleen bij afwezigheid van humus.

Referentielocaties zijn duinvalleien op *Schouwen en *Oost- en Middelduinen, Goeree. Op Terschelling was de soort in



Teer guichelheil

vegetaties van het Dwergbiezen-verbond aanwezig bij een bodem-pH van 5,4-7,0 en ze ontbreekt bij relatief hoge gehalten aan Cl (Oostermeijer, 1987). Kapteyn (1988) trof de soort in valleien van Terschelling en de Hollandse kust alleen aan bij een bodem-pH > 6,0. ZIE OOK TAB. 7.4 N.30.

7. Teer guichelheil: duidt hier op natte tot matig natte, neutrale tot zwak zure, mesotrofe standplaatsen. Mogelijk heeft deze soort net als Dwergbloem op kalkrijke/kalkhoudende plekken een geringe hoeveelheid organisch materiaal nodig om zich te kunnen vestigen. Teer guichelheil verdwijnt bij eutrofiëring. Ze is een pioniersoort die zich vestigt of toeneemt op kale zandbodems zoals die ontstaan na plagbeheer, maaien of extensieve beweiding. De soort kan zich in laagblijvende, open begroeiingen lang handhaven (mededeling AJ.M.Jansen).

Referentielocatie is de *Meinderswaalvallei, Goeree. Hier vestigde ze zich in het eerste jaar na plagbeheer. De soort wordt daar aangetroffen op standplaatsen die worden

gebufferd door bodemkalk en aanvoer van basenrijk grondwater, bij een gehalte aan organische stof van 0,8 tot 2,7 % (metingen 5 of 6 jaar na het plagbeheer). Weeda et al. (1988) vermelden: de soort komt hoofdzakelijk voor op bodems die 's zomers vochthoudend en 's winters geïnundeerd zijn, op niet bemeste, niet sterk zure gronden met een zekere toevoer van basenhoudend grondwater. In zeer ondiep water kan de soort snel uitgroeien en een gesloten mat vormen. Maaien en beweiden is gunstig voor de soort omdat daardoor open plekken ontstaan. ZIE OOK TAB. 7.4 N.31.

8. Fraai duizendguldenkruid: wijst hier op natte tot matig natte, basische of neutrale, mesotrofe omstandigheden. De standplaatsen vertonen slechts een geringe hoeveelheid organisch materiaal en worden gebufferd door bodemkalk of toestroming van basenrijk grondwater. De soort verdwijnt bij verdroging, verzuring en eutrofiëring. Ze kan verschijnen bij voor beheersdoelen plaggen en afgraven en neemt toe bij extensieve beweiding (Annema en Jansen, 1998).

Referentielocaties zijn duinvalleien op Goeree, o.a. *Meinderswaalvallei (geplagd deel). Weeda et al. (1988) vermelden: Fraai duizendguldenkruid is een soort van vochtige, verdichte bodems. De soort groeit op zand, vooral als dit schelpengruis bevat. Als op zoete standplaatsen de vegetatie zich sluit, handhaaft de soort zich alleen bij extensieve beweiding of betreding. ZIE OOK TA. 7.4 N.13.

9. Hertshoornweegbree: wanneer deze soort met hoge presentie voorkomt en relatief grote exemplaren heeft ontwikkeld, wijst ze op relatief voedselrijke omstandigheden. Bij lichte eutrofiëring neemt ze toe. Een relatief open begroeiing is gunstig voor de soort. Tred en extensieve beweiding

kunnen de soort bevorderen en ze kan na plagbeheer verschijnen.

Referentielocaties zijn *Verklikkerduinen, Schouwen, en valleien in *Oost- en Middelduinen, Goeree, waar de soort groeit op humusarme tot matig humeuze plekken met aanvoer van basenarm tot matig basenrijk grondwater. Weeda et al. (1988) vermelden: de soort handhaaft zich alleen op plekken waar zij in het voordeel is door haar tolerantie voor bepaalde extreme en/of wisselvallige omstandigheden. Met uitzondering van het kiemstadium verdraagt ze relatief zoute omstandigheden. Ze gedijt goed op bodems die afwisselend waterverzadigd en oppervlakkig uitgedroogd zijn. Vaak profiteert de soort van dierlijke activiteiten die tot tijdelijk verhoogde voedselrijkdom en openheid van de vegetatie leiden. Zo staat zij op bemeste plekken waar de grasmat door zon en zout is afgestorven, op krabplaatsen van konijnen, mierenbulten en veepaadjes. Bemesting kan leiden tot ontwikkeling van relatief forse individuen met een verhoogde zaadproductie. Op minder verstoorde en bemeste plekken blijft de soort klein, maar is haar voorkomen bestendig. Als kiemplant is de soort zeer gevoelig voor betreding; oudere planten verdragen betreding veel beter.

10. Dwergzegge: hoge presentie van de soort duidt hier op relatief droge en relatief basische standplaatsen. De soort neemt af bij eutrofiëring en wordt bevorderd door plagbeheer. Ze komt voor op natte tot vochtige standplaatsen die niet of hooguit kort worden geïnundeerd. Bij verdichting van de vegetatie neemt de soort langzaam af. Plaggen en afgraven ten behoeve van beheer, maaien en extensieve beweiding zorgen voor het verschijnen of een toename van deze soort (Annema & Jansen, 1998; Weeda et al., 1994).

Referentielocaties zijn duinvalleien in *Oost- en Middelduinen, Goeree, en op *Schouwen, waar de soort voorkomt op standplaatsen die worden gebufferd door bodemkalk of kwel en capillaire opstijging van basenarm tot basenrijk grondwater. Bij een zwak zure pH wordt de soort alleen dan aangetroffen als er sprake is van een open vegetatie op een humusarme tot zwak humeuze bodem. Volgens Weeda et al. (1994) groeit de soort op vochtige, periodiek geïnundeerde, basenrijke (zowel kalkrijke als kalkarme), vrij voedselarme bodem.

ZIE OOK TAB. 7.1 N.13, 7.3 N.13 EN 7.4 N.5.

11. Strandduizendguldenkruid: duidt hier op natte tot vochtige, neutrale tot basische en mesotrofe standplaatsen. Bij een vernatting waarbij de inundatieduur gaat toenemen, bij verzuring en bij eutrofiëring verdwijnt de soort. Ze kan verschijnen na voor beheersdoelen plaggen en afgraven. Referentielocaties zijn duinvalleien in *Oost- en Middelduinen, Goeree, en op *Schouwen, waar de standplaatsen worden gebufferd door bodemkalk of aanvoer van basenrijk grondwater. Vergraving en vooral plagbeheer van een plaats die de hele natdroog gradiënt bestrijkt, blijkt daar het meest gunstig voor de soort, aangezien ze dan de meeste kans op een geschikte kiemplaats heeft (Annema & Jansen, 1998). Weeda et al., 1988 geven aan dat de soort een pionier is op matig vochtige, kalkrijke, meestal humusarme en zwak zouthoudende zandgrond, die door algen enigszins is vastgelegd. Ze vermelden verder dat de karakteristieke biotoop ligt op de grens van duin en schor of vallei, d.w.z. in de overgangszone van droog naar nat en zoet naar zout. Kiemplanten van deze soort kunnen slecht tegen droogte en de rozetten verdragen nauwelijks langdurige inundatie (Weeda et al., 1988). ZIE OOK TAB. 7.4 N.12.



Zeegroene zegge en Padderus

12. Sierlijke vetmuur: wijst hier op relatief basische, mesotrofe, natte tot vochtige standplaatsen zonder of met een relatief kort durende inundatie. De soort verdwijnt snel bij vernatting (natte jaren) met een toename van de inundatieduur. Ze verdwijnt ook bij eutrofiëring en wordt bevorderd door plaggen en afgraving ten behoeve van beheer, door maaien en extensieve beweiding (Annema en Jansen 1998). Referentielocaties zijn *Zeepeduinen, Schouwen en *Verklikkerduinen, Schouwen. De soort groeit hier op standplaatsen die gebufferd worden door bodemkalk of toevoer van baserijk grondwater. Sierlijke vetmuur wortelt zeer ondiep in een waterverzadigde bodem, en de plant sterft af bij inundaties van 6-12 weken (Schat & Van Beckhoven, 1991). In de duinen groeit ze op open vochtige plekken, het meest aan de rand van strandvlakten achter zeeduinen (Weeda et al., 1985). ZIE OOK TAB. 7.3 N.11.

123 en RG Zwarte zegge/Moerasstruisgras
[Verbond van Zwarte zegge]

Associatie van Drienervige en Zwarte zegge¹²³

1. Drienervige zegge: heeft een breed standplaatsbereik. Binnen deze groep van gemeenschappen komt de soort met hoge bedekkingsgraad voor onder natte tot vochtige, basische tot zwak zure omstandigheden, op bodems met een relatief hoog gehalte aan organische stof. Bij een vernatting waarbij een langdurige (meer dan helft van het jaar) inundatie gaat optreden en bij een verdroging waarbij matig droge omstandigheden ontstaan, verdwijnt de soort. In verruigde zeggenvegetaties neemt deze soort toe bij eenmalig maaien en/of extensieve beweiding.

Referentievaleien met hoge presentie van de soort zijn *Ijsbaanvallei, *Knopbiesvallei, *Kievitsvallei en een *OBN-extra referentievalei, allemaal in *Oost- en Middelduinen, Goeree, verder *Zeepe- duinen op Schouwen en *Reggers-Sander- vlak en *De Kil, beide in het Noord- Hollands Duinreservaat. De soort komt binnen de Associatie van Drienervige & Zwarte zegge op *Goeree met relatief hoge bedekkingsgraad voor op standplaatsen met 2-3% bodemkalk en 4-5% organische stof. In Noord-Holland komt de soort voor op plaatsen met neutraal tot zwak zuur grondwater (mediaan 6,7; maximum 7,1) (Nieuwenhuis et al., 1992). Volgens Weeda et al. (1994) is de soort in haar voorkomen indifferent voor pH en bodemkalkgehalte. Wel heeft ze onder kalkarme omstandigheden gemiddeld hogere bedekkingen. De soort vestigt zich alleen op open vocht- houdend zand, verdraagt grote waterstands- wisselingen en overstuiving en neemt toe bij waterstandsstijging.

2. Gewone waternavel: bereikt hier hoge presentie op zeer natte tot matig natte standplaatsen waar reeds enig organisch materiaal is opgebouwd. Bij vernatting neemt de soort toe en eveneens bij (eenmalig) maaien nadat verzuuring is opgetreden.

Referentievaleien met hoge presentie van de soort zijn *Knopbiesvallei, *Ijsbaanvallei, *Kievitsvallei, drie referentievaleien *OBN-extra, allemaal in *Oost- en Middelduinen, Goeree, *Zeepeduinen op Schouwen en *Reggers-Sandervlak en *De Kil, beide in het Noord-Hollands Duinreservaat. ZIE OOK TAB. 7.4 N.18.

3. Gewone/Slanke waterbies: kunnen hier hoge presentie vertonen onder zeer natte tot matig natte omstandigheden op standplaatsen met inundatie. Ten aanzien van de zuurgraad en trofiegraad zijn de soorten hier indifferent. Bij een verdroging waarbij de inundatieduur gaat afnemen, gaan ze achteruit. De soorten kunnen verschijnen bij plagbeheer.

Referentielocaties zijn *Ijsbaanvallei, Goeree, en *Zeepeduinen, Schouwen. De laagste pH die daar op de standplaatsen is gemeten is $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ 5,2. ZIE OOK TAB. 7.4 N.16.

4. Egelboterbloem: wijst hier meestal op relatief natte omstandigheden. Een hoge presentie van de soort geeft plaatsen met periodieke inundatie aan. Ze verdwijnt bij verdroging en neemt af bij verzuring van de standplaats (Duinvalleien Wadden-district, Aggenbach & Jalink, 1998).

De soort is met lage bedekkingsgraad aangetroffen in *Knopbiesvallei, *Ijsbaanvallei, *Kievitsvallei en enkele referentievaleien *OBN-extra, allemaal in *Oost- en Middelduinen, Goeree. De laagste pH die daar op de standplaatsen is gemeten is $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ 5,2. ZIE OOK TAB. 7.4 N.15.

5. Drijvend fonteinkruid: duidt hier op zeer natte standplaatsen die langdurig worden geïnundeerd. De soort mijdt relatief zure omstandigheden.

Referentielocaties zijn duinvalleien in de *Zeepeduinen, Schouwen. Drijvend fonteinkruid is in Nederland een soort van zoete tot iets brakke, matig zure tot basische ($\text{pH} > 5,0$), voedselarme tot matig voedselrijke wateren (De Lyon & Roelofs, 1986).

6. Sikkemos: wijst hier op relatief natte en relatief basische standplaatsen. Het verschijnen van dit mos wijst op een sterke vernatting.

Referentielocatie is *Zeepeduinen, Schouwen. De soort komt in duinvalleien op *Goeree ook voor op standplaatsen van de Associatie van Waterpunge & Overkruid.

7. Waterpunge: wijst binnen deze gemeenschappen op relatief natte en relatief basische condities: zeer natte tot matig natte, basische of neutrale standplaatsen die worden gebufferd door bodemkalk of toevoer van basenrijk grondwater. Hoge presentie van de soort duidt op relatief natte, mesotrofe omstandigheden. De soort neemt af bij verzuring en vermoedelijk ook bij verdroging. Ze wordt bevorderd door voor beheersdoelen plaggen en afgraven en door extensieve beweiding (Annema & Jansen, 1998).

Referentielocaties zijn *Ijsbaanvallei, Goeree, en *Zeepeduinen, Schouwen. ZIE OOK TAB. 7.4 N.14 EN 7.1 N.5

8. Padderus: duidt hier op relatief natte en relatief basische standplaatsen: zeer natte tot matig natte, basische tot zwak zure standplaatsen die 's winters worden geïnundeerd en die worden gebufferd door bodemkalk of toestroming van basenrijk grondwater. De soort vestigt zich onder basenrijke omstandigheden op open plek-

ken en kan bij (oppervlakkige) verzuring lang standhouden. Wanneer ze zich na plagbeheer gevestigd heeft, neemt ze gedurende enkele jaren toe in bedekking. Bij lichte verdroging neemt ze af, bij sterke verdroging waarbij de inundaties ophouden, verdwijnt ze.

Referentielocatie is *Zeepeduinen, Schouwen. ZIE OOK TAB. 7.4 N.17.

9. Ruw walstro: aanwezigheid van de soort wijst hier op relatief basische omstandigheden, d.w.z. op basische tot zwak zure standplaatsen. Hoge presentie duidt op relatief natte (maar niet zeer natte) basische of neutrale standplaatsen die worden gebufferd door bodemkalk of aanvoer van basenrijk grondwater. Afname van de soort kan duiden op eutrofiëring of verdroging. Bij een vernatting waarbij zeer natte of aquatische omstandigheden ontstaan, verdwijnt de soort.

Referentielocaties zijn *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat, een referentievalei *OBN-extra in *Oost- en Middelduinen, Goeree, en *Zeepeduinen, Schouwen. ZIE OOK TAB. 7.4 N.11.

10. Liggende vetmuur: hoge presentie van de soort wijst hier op relatief basische (basische of neutrale) omstandigheden en verder op matig natte of vochtige standplaatsen. Bij lichte verdroging van natte standplaatsen kan de soort toenemen en bij verdroging van vochtige standplaatsen, waarbij de inundatie ophoudt, neemt ze af. Na plagbeheer kan de soort verschijnen. Extensieve beweiding en tred bevorderen de soort.

Referentielocaties zijn *Ijsbaanvallei, *Kievitsvallei, een viertal referentievaleien *OBN-extra, allemaal in *Oost- en Middelduinen, Goeree, en *Zeepeduinen, Schouwen. De soort groeit er op humusarme tot sterk humeuze bodems. ZIE OOK TAB. 7.4 N.8.

11. Sierlijke vetmuur: wijst hier op relatief basische (basische of neutrale) omstandigheden en verder op natte tot vochtige, mesotrofe omstandigheden. De standplaatsen vertonen geen of een relatief kortdurige inundatie en zijn gebufferd tegen verzuring door bodemkalk of toevoer van basenrijk grondwater. De soort verdwijnt bij een vernatting waarbij de inundatieduur gaat toenemen en bij eutrofiëring. Bij verzuring neemt ze af. Ze wordt bevorderd door voor beheersdoelen pluggen en afgraven, door maaien en door extensieve beweiding (Annema en Jansen 1998). Referentielocaties zijn *Zeepeduinen, Schouwen en *Verklikkerduinen, Schouwen. ZIE OOK TAB. 7.2 N.12.

12. Zeegroene zegge: groeit binnen deze groep van vegetatietypen op natte tot matig droge, basische tot zwak zure standplaatsen. Vaak wordt de standplaats gebufferd door bodemkalk of toestroming van basenrijk grondwater. Op relatief natte plaatsen wordt de soort bevorderd door plagbeheer. Bij een gelijktijdig plaatsvindende verzuring en vernatting verdwijnt ze. Bij een vernatting waarbij de inundatieduur gaat toenemen kan ze afnemen of verdwijnen. Bij verzuring zonder gelijktijdige vernatting en bij verdroging kan de soort lang standhouden.

Referentielocaties zijn *Knopbiesvallei, Goeree, *Reggers-Sandervlak en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat. ZIE OOK TAB. 7.4 N.3.

13. Dwergzegge: vertoont hier hoge presentie op relatief basische standplaatsen die worden gebufferd door bodemkalk of kwel en capillaire opstijging van basenarm tot basenrijk grondwater. Bij een vernatting waarbij langdurige inundatie gaat optreden en bij eutrofiëring neemt de soort af. Bij een verdroging waarbij de

inundatieduur gaat afnemen, verschijnt ze of neemt ze toe. Plagbeheer en afgraving, maaien en extensieve beweiding bevorderen de soort.

Referentielocaties zijn twee referentievalleien *OBN-extra, *Ijsbaanvallei en *Kievitsvallei, allemaal in *Oost- en Middelduinen, Goeree, en *Zeepeduinen, Schouwen. ZIE OOK TAB. 7.2 N.10.

14. Fijn schapegras: duidt hier op matig natte tot matig droge standplaatsen die niet of slechts kort worden geïnundeerd. Toename van de soort wijst op verdroging en kan een ontwikkeling inluiden in de richting van een gemeenschap uit de Klasse der droge graslanden op zandgrond. Afname van de soort kan wijzen op vernatting. Het stoppen van extensieve beweiding leidt tot een toename.

Referentielocaties zijn *Knobbiesvallei, *Ijsbaanvallei en twee referentievalleien *OBN-extra, allemaal in *Oost- en Middelduinen, Goeree. ZIE OOK TAB. 7.4 N.36 EN 7.6 N.12.

15. Zwarte zegge: hoge bedekkingsgraad van deze soort wijst op matig natte tot matig droge, kalkarme, relatief zure en relatief eutrofe standplaatsen. Een toename van de soort wijst vermoedelijk op verzuring. De soort kan zich na plagbeheer vestigen.

Referentielocaties zijn *Knobbiesvallei, enkele referentievalleien *OBN-extra, *Ijsbaanvallei en *Kievitsvallei, allemaal in *Oost- en Middelduinen, Goeree. De bodem is er sterk tot zeer sterk humeus en heeft een gehalte aan organische stof van 3,4 tot 9,7 %. In Noord-Holland komt de soort voor bij matig zuur tot neutraal grondwater (mediane pH is 6,0) (Nieuwenhuis et al., 1992). Weeda et al. (1994) vermelden dat de soort zich in duinvalleien vestigt op kalkrijk zand. De soort kan hier toenemen bij verzuring en ook bij stijging van de grondwaterstand. Zowel plagbeheer als

maaien (een keer of enkele malen) kunnen in verruigde zeggenvegetaties leiden tot vestiging van de soort.

16. Moerasstruisgras: hoge bedekkingsgraad van deze soort wijst meestal op relatief droge (matig natte of vochtige), relatief zure (zwak zure of matig zure), zwak eutrofe standplaatsen die kalkarm zijn en worden beïnvloed door stagnerend regenwater en eventueel ook door toestroming van relatief basenarm grondwater. De standplaatsen vertonen relatief grote fluctuaties van de waterstand en dit gaat in humeuze zandbodems samen met een relatief snel mineralisatieproces. Moerasstruisgras neemt toe bij verzuring en lichte verdroging (mededeling A.J.M. Jansen). Referentielocaties zijn al dan niet geplagde plekken in de *Ijsbaanvallei, Goeree, en in een *OBN-extra referentievallei, Goeree. Ze groeit hier met hoge bedekkingsgraad op plaatsen met een pH(H₂O) van 5,1 tot 6,2, en de standplaatsen worden gebufferd door aanvoer van basenarm tot matig basenrijk grondwater. Na plagbeheer neemt de soort hier iets af. In Noord-Holland groeit de soort op plekken met matig zuur tot zwak zuur grondwater (mediaan pH 5,5) (Nieuwenhuis et al., 1992). Weeda et al. (1994) geven aan dat de soort voorkomt op relatief natte, relatief zure, kalkarme tot kalkloze, humeuze tot venige bodems die 's winters en voor een deel van de zomer worden geïnundeerd. In de duinen is ze een zuurindicator.

17. Dwergvlas: wijst binnen deze groep van vegetatietypen op natte tot vochtige, neutrale tot matig zure standplaatsen die worden gebufferd door toestroming van basenhoudend tot basenrijk grondwater. De soort neemt af bij verzuring, verdwijnt bij eutrofiëring en verdwijnt vermoedelijk tevens bij verdroging. De soort wordt

bevorderd door plagbeheer, door maaien en door extensieve beweiding, maar niet door afgraving (Annema & Jansen, 1998). De begroeiing is open en de bodem is kaal of heeft een dunne humuslaag. Als de vegetatie zich sluit, neemt de soort af en verdwijnt op den duur.

Referentielocaties zijn hier drie referentievalleien *OBN-extra, *Oost- en Middelduinen, Goeree, en de *IJsbaanvallei. ZIE

OOK TAB. 7.2 N.1.

18. *Greppelrus*: duidt hier op op natte tot matig droge, neutrale tot matig zure omstandigheden. Hoge bedekkingsgraad wijst op natte tot matig natte, zwak eutrofe standplaatsen. Bij vernatting van relatief droge standplaatsen verschijnt ze, bij verdroging verdwijnt ze. De soort vestigt zich op open plekken die bijvoorbeeld door plagbeheer, afgraving of uitstuiwing zijn ontstaan. Als de vegetatie zich sluit, neemt de soort af en verdwijnt op den duur. Referentielocaties zijn *IJsbaanvallei, Goeree, de referentievalleien *OBN-extra, Goeree, en valleien in *Zeepeduinen, Schouwen. De hoogste bedekkingsgraad (40%) bereikt de soort daar op een matig zure, geplagde plek (gehalte aan organische stof 1,6 %). De soort groeit ook wel op ongeplagde plekken (gehalte aan organische stof 7,8%) met een gesloten begroeiing.

ZIE OOK TAB. 7.2 N.3 EN 7.4 N.21.

19. *Duinriet*: wijst hier meestal op relatief droge omstandigheden en hoge presentie van de soort duidt op relatief voedselrijke (zwak eutrofe) standplaatsen; de soort heeft echter een breed standplaatsbereik voor waterregime, zuurgraad en trofiegraad. Duinriet kan bij verdroging en/of eutrofiëring toenemen of verschijnen; en gaat achteruit of verdwijnt bij vernatting. Maaien en extensieve beweiding zorgen voor een afname van de soort; na het



Duinriet

stoppen van maaibeheer of extensieve beweiding kan ze toenemen. Referentielocaties zijn *Reggers-Sandervlak, *De Kil (beide Noord-Hollands Duinreservaat), *Zeepeduinen, Schouwen en een referentievallei OBN-extra op Goeree. In het Grltjesplak (Terschelling) verscheen de soort in het kleine zeggenmoeras bij een lichte eutrofiëring (Duinvalleien Waddendistrict, Aggenbach & Jalink, 1998). ZIE OOK TAB. 7.4 N.4 EN 7.5 N.1.

20. *Gestreepte witbol*: hoge bedekkingsgraad van deze soort wijst op relatief droge en relatief voedselrijke standplaatsen met een relatief hoog humusgehalte. De soort neemt af bij lichte vernatting en verdwijnt bij sterke vernatting. Bij verdroging kan ze verschijnen of neemt ze toe. Ook bij eutrofiëring neemt ze toe. Als vergraste, lang niet gemaaide of beweidde valleien een keer met de Spragelse combiwagen worden gemaaid, en daarbij ook de strooisellaag wordt verwijderd, neemt ze af. Referentielocaties zijn *Knopbiesvallei, *IJsbaanvallei, *Kievitsvallei en drie refe-

rentievallen *OBN-extra, allemaal in *Oost- en Middelduinen, Goeree, en verder *Zeepeduinen, Schouwen. Ze bereikt er soms relatief hoge bedekkingen. Weeda et al. (1994) vermelden: Gestreepte witbol komt op alle grondsoorten voor, zolang die voldoende humeus en vochthoudend zijn. De soort verdraagt langdurige inundatie slecht, staat vaak op slecht doorluchte bodem en kan als pionier optreden op open vochtige grond. In vochtige duinvallen kan Gestreepte witbol onder stabiele omstandigheden lang tijd aanwezig blijven. De soort verdraagt salt-spray en kortdurende inundatie met brak water. Ze kan sterk toenemen bij een eutrofiëring die wordt veroorzaakt door meeuwen.

21. Blauwe zegge: hoge bedekkingsgraad van de soort wijst hier op relatief droge, zwak zure, mesotrofe standplaatsen. De soort verdwijnt bij een vernatting waarbij zeer natte of aquatische omstandigheden ontstaan. Maaien en extensieve beweiding is gunstig voor deze soort. Omdat de soort basische omstandigheden mijdt, komt ze op kalkrijke/kalkhoudende bodem alleen voor op relatief humusrijke standplaatsen. Omdat de soort bij afwezigheid van humus alleen op kalkarme bodems groeit, kan ze na plagbeheer alleen op kalkarme bodems als pionier optreden. Referentielocaties zijn *Knopbiesvallei, *Ijsbaanvallei, enkele referentievallen *OBN-extra, allemaal in *Oost- en Middelduinen, Goeree, en *Reggers-Sandervlak, Noord-Hollands Duinreservaat. Ze groeit er soms met relatief hoge bedekking. Op deze standplaatsen bedraagt het gehalte aan organische stof in de toplaag 3,0 tot 5,4%. ZIE OOK TAB. 7.4 N.33.

22. Tormentil: wijst hier meestal op relatief droge, relatief zure (ongebufferde) omstandigheden. De soort neemt af bij eutrofiëring en wordt bevorderd door maaien en door extensieve beweiding. Referentielocaties zijn *De Kil en *Reggers-Sandervlak, beide Noord-Hollands Duinreservaat, *Zeepeduinen, Schouwen en *Knopbiesvallei, *Ijsbaanvallei, en enkele referentievallen *OBN-extra, allemaal in *Oost- en Middelduinen, Goeree. ZIE OOK TAB. 7.4 N.34.

23. Akkerhoornbloem: duidt hier op relatief droge en basische tot zwak zure standplaatsen. De soort neemt toe na maaien en extensieve beweiding en kan na plagbeheer verschijnen (Annema & Jansen, 1998). Hoge presentie wijst op relatief eutrofe standplaatsen; de soort is meer algemeen in andere dan de hier besproken vegetatietypen. Referentielocaties zijn *Ijsbaanvallei en een referentievallei *OBN-extra, beide in *Oost- en Middelduinen, Goeree.

24. Gewoon reukgras: wijst hier op relatief droge omstandigheden. Dit gras neemt af of verdwijnt bij een vernatting waarbij de inundatieduur toeneemt tot meerdere maanden per jaar. Referentielocaties zijn *Ijsbaanvallei, Goeree, en enkele referentievallen *OBN-extra, Goeree. ZIE OOK TAB. 7.6 N.10.

25. Zandzegge: hoge presentie van de soort wijst hier op relatief droge, relatief zure en kalkarme standplaatsen. De soort komt ook buiten de duinstreek voor op vochthoudende tot droge, humusloze tot humeuze, kalkloze tot kalkrijke zandgronden, met name veel op voedselarme, relatief zure grond. Referentielocaties zijn *Reggers-Sandervlak, *De Kil, beide Noord-Hollands Duin-

reservaat, een referentievallei *OBN-extra, *Oost- en Middelduinen, Goeree, *Ijsbaanvallei, Goeree, en *Zeepeduinen, Schouwen. Op *Schouwen neemt de soort bij vernatting af, en verdwijnt waar de standplaats meer dan de helft van het jaar wordt geïnundeerd. Ze verschijnt er bij een verdroging waarbij matig natte omstandigheden ontstaan en neemt bij verdere verdroging toe. Weeda et al. (1994) vermelden dat de soort dominant is in verdroogde valleien en op vergraven terreinen langs infiltratieplassen. In kalkrijke vochtige valleien komt ze met lage bedekkingen voor en kan ze toenemen als men die gaat beweiden. Bij het stoppen van de beweiding kan Zandzegge (kortstondig) extra sterk toenemen, en vervolgens bij herinvoering van de beweiding dan weer afnemen. (Weeda et al., 1994; Heykena, 1965). Volgens Doing (1988) wordt de soort bevorderd door enige voedselverrijking als gevolg van landbouw en extensieve beweiding. ZIE OOK TAB. 7.6 N.14.

26. Gewoon struisgras: duidt hier op relatief droge, relatief zure en kalkarme standplaatsen. Verdroging waarbij de inundatieduur gaat afnemen tot 2 maanden kan leiden tot het verschijnen of toenemen van de soort. Bij vernatting kan de soort juist afnemen of verdwijnen. Referentielocaties zijn *Knobbiesvallei, *Ijsbaanvallei, *Kievitsvallei en enkele referentievalleien *OBN-extra, allemaal in *Oost- en Middelduinen, Goeree. De soort bereikt op een deel van deze locaties, onder matig zure, matig droge omstandigheden, hoge bedekkingen. ZIE OOK TAB. 7.4 N.43 EN TAB. 7.6 N.15.

27. Hondsviooltje: wijst hier op relatief droge, neutrale of zwak zure, mesotrofe en matig humeuze tot sterk humeuze standplaatsen. Op plagplekken kan de soort verschijnen na enkele (ca. 4) jaren en ze neemt toe bij maaibeheer. Referentielocaties zijn *Knobbiesvallei, enkele referentievalleien *OBN-extra en *Ijsbaanvallei, allemaal in *Oost- en Middelduinen, Goeree. De standplaatsen worden hier gebufferd door aanvoer van basenarm tot basenrijk grondwater. ZIE OOK TAB. 7.6 N.1.

28. Tandjesgras: wijst hier op relatief droge standplaatsen. De soort verdwijnt of neemt af bij vernatting van de standplaatsen en kan in de hier besproken gemeenschappen verschijnen bij verdroging van de standplaats. Ook bij maaibeheer kan ze zich vestigen. De soort mijdt basische omstandigheden en komt meestal voor op relatief humusrijke bodems. Op kalkrijke bodem vereist de soort een hoog gehalte aan organische stof. Referentielocaties zijn *Knobbiesvallei, *Ijsbaanvallei en enkele referentievalleien *OBN-extra, allemaal in *Oost- en Middelduinen, Goeree. ZIE OOK TAB. 7.6 N.2.

29. Schapezuring: wijst hier op relatief droge en meestal relatief zure standplaatsen. Verschijnen van de soort indiceert hier verdroging. Schapezuring neemt toe bij verzuring en bij introductie van extensieve beweiding en ook bij eenmalig maaien met de Spragelse combiwagen (in beide gevallen ontstaan open plekken in de vegetatie waarop de soort kan kiemen). De soort neemt af na het stoppen van beweiding (in droge duinen; Ten Harkel, 1998). Referentielocaties zijn *Ijsbaanvallei, Goeree, en enkele referentievalleien *OBN-extra, *Oost- en Middelduinen, Goeree. ZIE OOK TAB. 7.6 N.17.

Knopbies-associatie¹²⁴

1. Knopbies: komt binnen de gemeenschappen van tabel 7.4 met hoge bedekingsgraad voor op mesotrofe, relatief basische en matig natte tot matig droge standplaatsen zonder inundatie of met een relatief korte inundatieduur. De soort groeit meestal onder gebufferde omstandigheden (onder invloed van overstroming met brak water en/of sterke kwel van baserijk grondwater, kalk in de bodem of overstuiving met kalkrijk of kalkhoudend zand, zie onder). Ze neemt langzaam af bij verzuring en ook bij verdroging. Bij verzuring handhaven zich pollen van de plant, maar vestigen zich geen nieuwe individuen meer. In gemaaide begroeiingen kan de soort langdurig voorkomen. Wanneer de terreincondities voor de soort gunstig zijn, kan plagbeheer binnen enkele jaren zorgen voor een massale vestiging van de soort. Referentielocaties zijn *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat (daar groeit de soort deels met een relatief hoge bedekking), verder *Knopbiesvallei, Goeree, en de geplagde *Meinderswaalvallei, Goeree. In de *Meinderswaalvallei, Goeree, verscheen Knopbies massaal binnen één jaar na plagbeheer (Annema & Jansen, 1998). In het Noord-Hollands Duinreservaat komt de soort voor op standplaatsen met neutraal grondwater (mediane pH 7) (Nieuwenhuis et al., 1992). Van Beckhoven (1995) vindt de soort bij pH-waarden variërend van 6,0 tot 7,9. In het Waddendistrict komt de soort voor op vergelijkbare standplaatsen, maar niet bij matig droge omstandigheden (Duinvalleien Waddendistrict, Aggenbach & Jalink, 1998).

De vegetatie van Knopbies bestaat veelal (maar zeker niet altijd; mededeling Ab Grootjans) uit één cohort (= groep individuen die in hetzelfde jaar gekiemd zijn) en de vestiging van de soort is dan in sterke mate afhankelijk geweest van tijdelijk optredende, extreme omstandigheden (Schat & Beckhoven, 1991). Volwassen planten verdragen droogte beter dan jonge planten (Schat & Beckhoven, 1991). Ernst en Van der Ham (1988) noemen als voorwaarden voor vestiging van de soort een weinig begroeide bodem, een waterstand van iets boven het maaiveld in het late voorjaar, en een fluctuatie van de waterstand van minder dan 1 m. De soort kan zich decennia lang handhaven in verdroogde valleien vanwege de diep in de ondergrond doordringende wortels (Ernst & van der Ham, 1988, Schat & Beckhoven, 1991). Uit proeven blijkt echter dat Duinriet onder relatief droge omstandigheden concurrentiekrachtiger is dan Knopbies (van Beckhoven, 1995).

2. Stijve ogentroost: hoge presentie van de soort duidt hier op matig natte tot matig droge standplaatsen. De soort verdwijnt bij een vernatting waarbij langdurige inundatie gaat optreden en verdwijnt ook bij eutrofiëring. Referentielocatie is *Verklikkerduinen, Schouwen. Daar worden de standplaatsen gebufferd door aanvoer van baserijk grondwater en zijn ze waarschijnlijk pH-neutraal. Weeda et al. (1994) geven aan dat de soort groeit in schrale en onbemeste, min of meer gesloten, laagblijvende, be-weide of gemaaide grasvegetaties op lichte humushoudende, zwak zure of neutrale bodem. In de duinen wordt de soort in

¹²⁴ inclusief overgangen naar de AS van Drienervige & Zwarte zegge, naar rompgemeenschappen van het Knopbies-verbond, de Klasse der kleine Zeggen en het Zilverschoon-verbond.

matig droge valleien of op de randen van natte valleien aangetroffen, zowel op kalkrijke als kalkarme bodem (Weeda et al., 1994). Nieuwenhuis et al. (1992) geven voor de soort in Noord-Holland standplaatsen op waarvan de pH van het grondwater varieert van 5,3 tot 7,1. Op Schouwen bleek de soort te verdwijnen toen langdurige, tot in de zomer aanhoudende inundaties optraden (Beijersbergen, 1991). Zie ook Aggenbach et al., (1996 en 1998).

3. Zeegroene zegge: hoge bedekkingsgraad van de soort duidt hier op natte tot matig natte standplaatsen. Vaak wordt de standplaats gebufferd door bodemkalk of toestroming van baserijk grondwater. Op relatief natte standplaatsen is plagbeheer gunstig voor de soort en ze wordt tevens bevorderd door maaien. Bij een vernatting waarbij de inundatieduur gaat toenemen, kan ze afnemen of verdwijnen. Bij een gelijktijdig optredende verzuring en vernatting verdwijnt de soort, terwijl de soort lang kan standhouden als alleen verzuring optreedt (Aggenbach & Jalink, 1998). Ook bij verdroging kan de soort lang aanwezig blijven.

Referentielocaties zijn *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat, en duinvalleien op *Schouwen en op *Goeree. Zeegroene zegge is een soort die daar in nagenoeg elke opname van vegetaties met Knopbies is aangetroffen (soms met hoge bedekking). De standplaatsen van de soort worden er gebufferd door bodemkalk (tot 4%) of door baserijke kwel en/of capillaire opstijging. In de natte tot zeer natte *Meinderswaalvallei, Goeree, zorgde plagbeheer voor een toename van Zeegroene zegge. In relatief droge valleien van het Noord-Hollands Duinreservaat verscheen de soort niét na plagbeheer.

Volgens Nieuwenhuis et al. (1992) komt de soort in Noord-Holland met name voor bij

neutraal grondwater (mediane pH is 7,0). Weeda et al. (1994) vermelden dat hoge bedekkingen wijzen op basische omstandigheden, terwijl lage bedekkingen op neutrale of iets zuurdere omstandigheden duiden. Zij zeggen verder dat de soort lang stand houdt bij verdroging, zolang geen verzuring optreedt. Experimenteel onderzoek wees uit, dat de soort beter groeit op een gedeeltelijk met water verzadigde bodem dan op een geheel met water verzadigde (Jones & Etherington, 1971). De soort verschijnt vaak na plagbeheer: ze kiemt dan vanuit een zaadbank in de bodem (mondelijke mededeling E.J. Lammerts, Bekker, 1998).

4. Duinriet: heeft hier een breed standplaatsbereik ten aanzien van waterstandsregime, zuurgraad en trofiegraad. De soort neemt af bij vernatting en neemt toe bij verdroging en verzuring. Tevens neemt ze toe bij eutrofiëring onder invloed van toename van mineralisatie/ophoping van organisch materiaal/op- of overstuiving van zand (duinvalleien Waddendistrict, Aggenbach & Jalink, 1998). Toename van de soort duidt op een ontwikkeling in de richting van de RG Addertong/Duinriet [Klasse der kleine Zeggen]. Maaien en extensieve beweiding na een periode van geen beheer zorgen voor een afname van de soort (Meijer et al., 1991; Ten Harkel, 1998). Bij het stoppen van extensieve beweiding en maaien neemt de soort toe. Aantekeningen van A.J.M. Jansen over het beheer: In relatief voedselrijke terreinen (zoals *Oost- en Middelduinen, Goeree) houdt begrazen alléén Duinriet niet in bedwang, en de afname van de soort is na eenmalig maaien kortstondig (zoals in *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat). Wordt een Duinriet/Knopbies-vegetatie geregeld gemaaid, kan dit beheer leiden tot herstel van de Knopbies-associatie (zoals



Moeraswespenorchis

nu in *Reggers-Sandervlak, Noord-Hollands Duinreservaat).

Referentielocaties zijn duinvalleien op *Schouwen, waar de pH wordt gebufferd door bodemkalk of baserijk grondwater en de soort verscheen daar bij verdroging en nam af bij vernatting. Verder is in *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat, de soort met relatief hoge presentie aangekomen in Knopbies-vegetaties, op plekken met een gehalte van 4 tot 5% organische stof. De pH wordt hier door (circa 4%) bodemkalk gebufferd. Op deze locatie nam Duinriet ook af bij een vernatting waarbij de inundatieduur toenam. In het Renodunale district groeit de soort zowel op kalkrijke als ontkalkte bodems (Veer, 1998).

ZIE OOK TABEL 7.5 N.1.

5. Dwergzegge: duidt hier op natte tot vochtige, basische tot zwak zure standplaatsen die worden gebufferd door bodemkalk of kwel en capillaire opstijging van baserijk grondwater. Bij eutrofiëring neemt de soort af en bij een zich verdichtende vegetatie ook (geleidelijk, ze kan eerst juist toenemen; Weeda et al., 1994). Afgravings- en plagbeheer, maaien en

extensieve beweiding zorgen voor een toename of voor het verschijnen van de soort (Annema & Jansen, 1998; Weeda et al., 1994).

Referentielocaties zijn *Meinderswaal- en *Knopbiesvallei, Goeree, en *Verklikkerduinen, Schouwen. De standplaatsen zijn hier gebufferd door kalk in de bodem of door aanvoer van baserijk grondwater. In andere gemeenschappen blijkt de soort ook bij basische tot zwak zure pH-waarden voor te kunnen komen. ZIE OOK TAB. 7.2 N.10.

6. Moeraswespenorchis: duidt hier op natte tot vochtige, basische tot zwak zure standplaatsen die worden gebufferd door bodemkalk of toestroming van baserijk grondwater. Bij een vernatting onder baserijke omstandigheden waarbij langdurige inundatie gaat optreden, verdwijnt de soort, terwijl ze bij een vernatting zonder dat langdurige inundatie gaat plaatsvinden, toeneemt (Beijersbergen, 1991). Bij verzuring verdwijnt ze als deze verzuring gepaard gaat met vernatting (duinvalleien Waddendistrict; Aggenbach en Jalink, 1998). Bij een verzuring onder relatief droge omstandigheden kan ze lang standhouden. De soort wordt bevorderd door maaibeheer.

Referentielocatie is *Verklikkerduinen, Schouwen. De standplaatsen daar worden gebufferd door toestroming van baserijk grondwater. Weeda et al. (1994) vermelden dat de soort op vochtige, humushoudende tot venige, relatief basische en niet te voedselrijke plaatsen groeit. Ze vermelden verder dat de soort bij verdroging verdwijnt, bij ontkalking en verzuring tenslotte ook; ze kan het echter lang volhouden op vochtige plekken. Nieuwenhuis et al. (1992) geven voor de soort in Noord-Holland standplaatsen met zwak zuur tot neutraal grondwater op (mediaan 7,1).

7. Armbloemige waterbies: wijst hier op natte tot vochtige, mesotrofe omstandigheden. De soort vertoont hier hoge presentie op matig natte of vochtige, relatief basische standplaatsen die worden gebufferd door bodemkalk of toestroming van basenrijk grondwater. Ze neemt af bij verdroging, verzuring en eutrofiëring. Plagbeheer, maaien, extensieve beweiding en tred bevorderen deze soort. Referentielocaties zijn de kalkrijke geplagde delen van *Meinderswaalvallei, Goeree. Weeda et al. (1994) geven aan dat de soort gebonden is aan 's winters drassige, 's zomers hooguit licht uitdrogende zand-, leem- en veengronden, met invloed van basenrijk water. Verder vermelden ze dat de soort verzuurde standplaatsen mijdt en in de duinen in jonge, nog weinig begroeide valleien voorkomt, en bovendien op open plekken (paden, plagplekken) in oudere, humeuze, maar nog niet geheel ontkalkte en verzuurde valleien. In beweide, kalkhoudende of kalkrijke binnendingrassen (vroongronden zoals die in de Middelduinen liggen) groeit ze in de lage, regelmatig door vee bezochte plaatsen. Ook in jaarlijks gemaaid terrein komt ze voor.

8. Liggende vetmuur: hoge presentie van deze soort wijst hier op matig natte of vochtige, basische of neutrale standplaatsen die worden gebufferd door bodemkalk of toestroming van basenrijk grondwater. Bij een lichte verdroging van natte standplaatsen kan de soort toenemen, maar de soort neemt af bij verdroging waarbij de inundaties ophouden. Extensieve beweiding en tred bevorderen de soort. Na plagbeheer kan de soort verschijnen. Referentielocaties zijn *Verklikkerduinen, Schouwen, en *Knobbiesvallei, Goeree. De soort komt ook in vegetaties zonder Knobbies voor, o.a. in andere gemeenschappen van de Klasse der kleine zegen. Op Schou-

wen nam de soort in zulke gemeenschappen met zegen toe bij een verdroging waarbij matig natte omstandigheden ontstonden, en af bij een verdroging waarbij matig droge omstandigheden ontstonden. Weeda et al. (1985) vermelden dat de soort in het algemeen voorkomt op open, enigszins vochtige, zandige, kleiige plekken. Ze groeit met name in beweidde graslanden met een verdichte bodem. Het is in duinvalleien geen erg duidelijke indicatorsoort (mededeling A.J.M. Jansen).

9. Geelhartje: wijst hier op relatief droge standplaatsen die desondanks op de een of andere manier worden gebufferd tegen verzuring. Ze ontbreekt op natte standplaatsen met relatief langdurige inundatie en ze verdwijnt vermoedelijk uit Knobbiesvegetaties bij een vernatting waarbij de inundatieduur gaat toenemen. De soort wordt bevorderd door plagbeheer en maaien. Referentielocaties zijn *Verklikkerduinen, Schouwen, en *Knobbiesvallei, Goeree. De soort groeit hier op standplaatsen die gebufferd worden door periodieke toestroming van basenrijk grondwater (capillaire opstijging). Op Schouwen verscheen de soort bij een verdroging, waarbij de inundatieduur afnam.

10. Vleeskleurige orchis: wijst hier op natte tot matig natte, basische tot zwak zure, mesotrofe omstandigheden met relatief kortdurende inundatie of zonder inundatie. De soort komt met hoge presentie voor op relatief basische standplaatsen die door kalk in de bodem of door toestroming van grondwater (met hoge calcium- en bicarbonaatgehalten) worden gebufferd. Bij een vernatting waarbij langdurige inundatie gaat optreden, verdwijnt ze, terwijl ze bij een vernatting waarbij langdurige inundatie achterwege blijft,

toeneemt. Ze verdwijnt ook wanneer verzuring gelijktijdig met vernatting optreedt. Tevens verdwijnt ze bij eutrofiëring. De soort kan na plagbeheer binnen enkele jaren verschijnen.

Referentielocaties zijn *Verklikkerduinen op Schouwen, en *Meinderswaalvallei, Goeree. Weeda et al. (1994) geven aan dat de soort in het algemeen voorkomt op vochthoudende tot relatief natte, basische tot zwak zure, matig voedselarme tot matig voedselrijke standplaatsen. In de Kroon's Polders op Vlieland kwam de soort niet voor op standplaatsen met langdurige inundatie en vestigde ze zich pas na de vorming van een humeuze laag (De Vries, 1961). Ook op Schouwen verdween de soort bij een vernatting waarbij langdurige inundatie (tot in de zomer) ging optreden (Beijersbergen, 1991). Volgens Beijersbergen (1991) kan de soort zich echter ook op humusarme, geplagde bodems vestigen. Ze is op Schouwen aangetroffen bij een pH-bereik van 5,0 - 8,7 (de lage waarden zijn van standplaatsen in vochtige heiden). Nieuwenhuis et al. (1992) vermelden voor de standplaatsen van de soort in Noord-Holland zwak zuur tot neutraal grondwater (pH mediaan 6,7, maximum 7,1). De soort lijkt brakke omstandigheden te mijden (mededeling E.J. Lammerts).

11. Ruw walstro: wijst hier op natte tot vochtige standplaatsen en relatief humusrijke bodem. Hoge presentie van de soort duidt op relatief natte, basische of neutrale standplaatsen die worden gebufferd door bodemkalk of toevoer van basenrijk grondwater. Afname van de soort kan duiden op eutrofiëring, verzuring en/of verdroging. Referentielocaties zijn de *Verklikkerduinen, Schouwen, en de *Meinderswaalvallei, Goeree. Weeda et al. (1988) geven aan dat de soort in het algemeen voorkomt op fosfaatarme, humeuze, niet sterk zure en

dikwijls kalkhoudende zand-, leem- en veenbodems, die 's winters vaak drassig zijn en 's zomers min of meer vochthoudend zijn, maar die dan niet doornat blijven. Nieuwenhuis et al. (1992) geven voor Noord-Holland standplaatsen met matig zuur tot neutraal grondwater op (mediaan 6,1; maximum 7,7).

12. Strandduizendguldenkruid: duidt hier op natte tot matig droge, basische of neutrale, mesotrofe standplaatsen. De standplaatsen worden gebufferd door overstroming met brak water, bodemkalk of aanvoer van basenrijk grondwater. Na voor beheersdoelen plaggen en afgraven kan de soort verschijnen. Bij een vernatting waarbij de inundatieduur gaat toenemen, bij verzuring en bij eutrofiëring verdwijnt ze. Referentielocaties zijn duinvalleien in *Oost- en Middelduinen, Goeree, en op *Schouwen. Afgraving en vooral plagbeheer van een plaats die de hele nat-droog gradiënt bestrijkt, blijkt daar het meest gunstig voor de soort, omdat de kieming dan niet afhankelijk is van weersomstandigheden (Annema & Jansen, 1998). ZIE OOK

TAB. 7.2 N. 11.

13. Fraai duizendguldenkruid: duidt hier op natte tot matig natte, basische of neutrale, mesotrofe omstandigheden; een geringe hoeveelheid organisch materiaal bevatten en buffering door overstroming met brak water, door bodemkalk of aanvoer van basenrijk grondwater. De soort verdwijnt bij verdroging, verzuring en eutrofiëring. Ze kan verschijnen bij voor beheersdoelen plaggen en afgraven en neemt toe bij extensieve beweiding. Referentielocatie zijn duinvalleien op Goeree, o.a. *Meinderswaalvallei (geplagd deel). Afgraving en vooral plagbeheer van een plaats die de hele nat-droog gradiënt bestrijkt, blijkt daar het meest gunstig voor

de soort, omdat de kieming dan niet afhankelijk is van weersomstandigheden (Annema & Jansen, 1998). ZIE OOK TAB. 7.2 N.8.

14. Waterpunge: wijst hier op natte tot matig natte, relatief basische, mesotrofe standplaatsen met periodieke inundatie, die worden gebufferd door overstroming met brak water, door bodemkalk of toestroming van baserijk grondwater. De soort vertoont hoge presentie op plaatsen met een relatief lange inundatieduur. De soort neemt toe bij vernatting, neemt vermoedelijk af bij verdroging en verdwijnt bij verzuring en bij eutrofiëring. Ze wordt bevorderd door afgravings- en plagbeheer en door extensieve beweiding (Annema & Jansen, 1998, mondelinge mededeling E.J. Lammerts).

Referentielocaties zijn de geplagde *Meinderswaalvallei, Goeree, de *Verklikkerduinen, Schouwen. ZIE OOK TAB. 7.1 N.5.

15. Egelboterbloem: geeft hier natte tot vochtige standplaatsen met periodieke inundatie aan. De soort neemt af bij verdroging (Duinvalleien Waddendistrict, Aggenbach & Jalink, 1998).

Referentielocaties zijn de geplagde *Meinderswaalvallei, Goeree, en de *Verklikkerduinen, Schouwen. Daar zijn de standplaatsen gebufferd door bodemkalk of door toestroming van baserijk grondwater. In Noord-Holland komt de soort voor op standplaatsen met grondwater met een pH van 4,6 tot pH 7,4 (mediaan 6,1) (Nieuwenhuis et al., 1992). Grijpstra (1997) vermeldt voor standplaatsen op Texel 0,5 – 0,9% kalk, pH(H₂O) rond 8 en 0,4 – 3,1% organische stof.

16. Gewone/Slanke waterbies: hoge presentie van deze soorten duidt hier op natte tot matig natte standplaatsen die worden geïnundeerd. De soorten zijn

binnen deze gemeenschap indifferent voor de zuurgraad en trofiegraad en worden bevorderd door plagbeheer.

Referentielocaties zijn *Meinderswaalvallei, Goeree, en *Verklikkerduinen, Schouwen, waar de standplaatsen worden gebufferd door bodemkalk of baserijke kwel. Weeda et al. (1994) geven aan dat beide soorten groeien op vochtige tot drassige, tamelijk voedselrijke, brakke of anderszins baserijke plekken. Ze komen ook voor in beweide binnenduinen (vroongronden). Slanke waterbies komt volgens hen met name voor in stabiele gras- en cypergrasvegetaties. Gewone waterbies komt voor op plekken met ondiep water die vaak 's zomers droogvallen, en met humusarme tot humeuze, zure tot basische, voedselarme tot voedselrijke zand-, leem- en kleigrond. De standplaatsen worden niet beschaduwd.

17. Padderus: duidt hier op relatief natte, d.w.z. natte tot matig natte standplaatsen die 's winters worden geïnundeerd. De soort vestigt zich onder baserijke omstandigheden, maar kan op verzurende plaatsen lang standhouden. Ze vestigt zich veelal na plagbeheer. Bij lichte verdroging neemt de soort af; bij sterke verdroging waarbij geen inundatie meer plaatsvindt, verdwijnt ze. Referentielocatie is de geplagde *Meinderswaalvallei, Goeree, waar de standplaatsen worden gebufferd door bodemkalk of toevoer van baserijk grondwater. Weeda et al. (1994) vermelden: Padderus groeit vooral langs wateren die baserijk zijn. In natte duinvalleien staat de soort in die zone die 's winters onder water staat en 's zomers niet of weinig uitdroogt. Nadat enkele individuen gekieemd zijn (bijv. op plagplaatsen) zorgen wortelstokken voor uitbreiding en tenslotte kunnen de planten zich aaneensluiten en pollen vormen. Zolang de soort niet beschaduwd wordt en er geen ontwatering optreedt, kan ze bij

verandering van standplaatscondities lang stand houden. Evenals Riet bouwt de soort in de wortelstokken een grote reserve aan voedingsstoffen op. Verder kunnen de diep in de bodem reikende wortels contact houden met basenrijke omstandigheden, terwijl de bovengrond verzuurt en verarmt. In Noord-Holland komt de soort voor op standplaatsen met matig zuur tot neutraal grondwater (mediaan 5,7; maximum 7,3) (Nieuwenhuis et al., 1992). Waar Padderus domineert, kan sprake zijn van de RG Padderus [Verbond der grote Zeggen].

18. Gewone waternavel: hoge bedekkingsgraad van de soort wijst hier op natte tot matig natte standplaatsen waar reeds een dunne laag organisch materiaal is gevormd. Een toename van de soort kan wijzen op vernatting. De soort neemt ook toe bij maaibeheer.

Referentielocaties zijn *Verklikkerduinen, Schouwen, *Meinderswaalvallei, Goeree, en *Knopbiesvallei, Goeree. De standplaatsen worden daar gebufferd door bodemkalk of basenrijk grondwater. In de geplagde *Meinderswaalvallei, Goeree, (laag gehalte organische stof) heeft de soort een zeer lage bedekking. Nieuwenhuis et al. (1992) geven voor Noord-Holland standplaatsen op met matig zuur tot neutraal grondwater (mediaan 6,0). De soort kan groeien bij sterk wisselende grondwaterstanden (Beijersbergen, 1991).

19. Moeraswalstro: wijst hier op natte tot vochtige, basische tot zwak zure omstandigheden. Hoge presentie van deze soort wijst hier op relatief natte standplaatsen met periodieke inundatie. Bij lichte verdroging neemt de soort af, bij sterke verdroging verdwijnt ze.

Referentielocaties zijn duinvalleien op *Schouwen, waar de standplaatsen worden gebufferd door bodemkalk of toestroming

van basenrijk grondwater. De soort komt ook in vegetaties zonder Knopbies voor, o.a. in andere gemeenschappen van de Klasse der kleine zeggen. Op Schouwen nam de soort in zulke gemeenschappen af bij een verdroging waarbij vochtige omstandigheden ontstonden, en verdween ze bij een sterkere verdroging. Weeda et al. (1988) geven aan dat de soort voorkomt op nooit uitdrogende standplaatsen, op vrijwel alle grondsoorten, in matig voedselrijke tot zeer voedselrijke milieus. Dikwijls groeit ze in pionierbegroeiingen, speciaal op plaatsen met een sterk wisselende waterstand en in duinvalleien vooral waar deze 's winters onder water staan. Nieuwenhuis et al. (1992) geven voor Noord-Holland standplaatsen op met matig zuur tot neutraal grondwater (mediaan 6,2; maximum 7,6).

20. Drienervige zegge: heeft hier een breed standplaatsbereik en komt met relatief hoge bedekkingsgraad voor op relatief natte, sterk humeuze standplaatsen. Bij verdroging neemt de soort af. Een toename van de soort kan duiden op een ontwikkeling naar de Associatie van Drienervige & Zwarte zegge. Referentielocaties zijn duinvalleien in *Oost- en Middelduinen, Goeree, en op *Schouwen, waar vrijwel alle standplaatsen worden gebufferd door aanvoer van basenrijk grondwater (éénmaal door bodemkalk). Het gehalte aan organische stof varieert daar van ca. 1 tot ca. 10%. ZIE OOK TAB. 7.3 N.1.

21. Greppelrus: duidt hier op natte tot matig droge, neutrale tot zwak zure omstandigheden. Hoge bedekkingsgraad van de soort wijst op natte tot vochtige, zwak eutrofe omstandigheden. De soort vestigt zich op open plekken (geplagd, uitgestoven, afgegraven).

Als de vegetatie zich sluit, neemt ze af en verdwijnt ze op den duur. De soort kan

verschijnen en toenemen bij vernatting als daarbij open plekken in de vegetatie ontstaan.

Referentielocaties zijn *Verklikkerduinen, Schouwen, *Meinderswaal- en *Knopbiesvallei, Goeree. De soort groeit hier op standplaatsen die gebufferd worden door bodemkalk of toestroming van basenrijk grondwater. ZIE OOK TAB. 7.2 N.3.

22. Kruipende boterbloem: hoge bedekkingsgraad van de soort wijst hier op relatief eutrofe, natte of matig natte standplaatsen. De soort kan verschijnen en toenemen bij verdroging, maar bij sterke verdroging neemt de soort af. Ze kan na plagbeheer verschijnen en wordt mogelijk bevorderd door langdurige extensieve beweiding.

Referentielocatie is *Verklikkerduinen, Schouwen. Kruipende boterbloem is met lage bedekkingen in vrijwel alle voor de duinvalleien van *Oost- en Middelduinen, Goeree, en van *Schouwen beschreven vegetatietypen aangetroffen.

23. Fioringras: een hoge bedekkingsgraad van deze soort wijst hier op relatief eutrofe, matig natte of vochtige standplaatsen. Zulke standplaatsen worden door bodemkalk of basenrijke kwel gebufferd. Bij een verdroging van relatief natte standplaatsen waarbij matig natte of vochtige omstandigheden ontstaan, neemt de soort toe. De soort neemt ook toe bij eutrofiëring. Na plagbeheer kan ze verschijnen. Referentielocaties zijn *Meinderswaalvallei, Goeree, (geplagd) en duinvalleien op *Schouwen. De soort gaat vooruit bij een toename van de beschikbare N en P (Lammerts & Grootjans, 1997).

24. Akkerdistel: hoge presentie van de soort wijst hier op relatief eutrofe, relatief droge standplaatsen die door bodemkalk of toestroming van basenrijk grondwater (capillaire opstijging) worden gebufferd. De soort neemt bij verdroging toe en kan afnemen bij vernatting (*Schouwen). Na plagbeheer kan ze kortstondig verschijnen, omdat bij de werkzaamheden wat extra voedingsstoffen vrijkomen.

Referentielocaties zijn *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat, *Verklikkerduinen, Schouwen, en *Knopbiesvallei en *Meinderswaalvallei, Goeree. Weeda et al. (1991) geven aan dat de soort voorkomt op allerlei zonnige standplaatsen en op allerlei grondsoorten. Ze heeft een voorkeur voor een voedselrijke bodem die vochthoudend is, goed doorlucht, niet zuur en niet te licht. Langdurig waterverzadigde bodems worden gemeden en op zandgrond gedijt de soort alleen als het zand schelpengruis, stenig materiaal of leem bevat (Weeda et al., 1991).

25. Kale jonker: hoge presentie van deze soort wijst hier op relatief eutrofe, matig natte of vochtige standplaatsen die gebufferd zijn door bodemkalk of aanvoer van basenrijk grondwater. De soort verdwijnt bij vernatting waarbij inundaties gaan optreden van meerdere maanden per jaar. Ze neemt toe bij een verdroging waarbij matig natte omstandigheden ontstaan, maar ze neemt af als bij verdergaande verdroging matig droge omstandigheden gaan optreden. De soort kan ook toenemen door plagbeheer, maaien en extensieve beweiding (Weeda et al., 1991). Referentielocaties zijn *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat, *Verklikkerduinen, Schouwen, *Knopbiesvallei en *Meinderswaalvallei, Goeree. Nieuwenhuis et al. (1992) geven aan dat de soort in Noord-Holland groeit op standplaatsen met zwak zuur tot neutraal grondwater (mediaan 6,1; maxi-



Heelblaadjes

mum 7,6). Weeda et al. (1991) vermelden dat Kale jonker een uitgesproken vochtminnende plant is, die echter niet op langdurig geïnundeerde plaatsen groeit en de armste zandgronden mijdt.

26. Duindoorn: komt hier veelal met lage presentie voor; hoge presentie van de soort wijst op relatief eutrofe (zwak eutrofe) bodem. De soort neemt toe bij verdroging. Bij het uitblijven van maai-beheer kan Duindoorn struweelvorming inleiden (Schaminée et al., 1995).

Referentielocaties zijn de geplagde *Meinderswaalvallei, Goeree, en de *Verklikkerduinen, Schouwen. Op deze standplaatsen wordt de pH gebufferd door bodemkalk of aanvoer van basenrijk grondwater en varieert het gehalte aan organische stof van 0,8 tot 4,5 %. Bij een vernatting waarbij de inundatieduur gaat toenemen, verdween hier de soort. De soort kan massaal kiemen op vergraste vochtige standplaatsen (mededeling A.J.M. Jansen). Weeda et al. (1987) vermelden dat de soort kiemt op lichte, humusarme, kalkhoudende, meestal iets vochtige grond in open vegetaties. De soort handhaaft zich volgens hen dan zolang als de bodem kalkhoudend blijft en dan verdwijnt

ze bij verzuring. De vitaliteit van de soort neemt af gedurende de bodemontwikkeling in verband met een toename van parasitaire nematoden en pathogene bodemschimmels (Zoon, 1995).

27. Vijfvingerkruid: duidt hier op natte tot vochtige standplaatsen. Door maaien kan de soort verdwijnen.

Referentielocaties zijn *Verklikkerduinen, Schouwen, en de geplagde *Meinderswaalvallei, Goeree. De soort komt er ook in andere gemeenschappen voor. Weeda et al. (1987) vermelden over deze soort het volgende: ze mijdt permanent waterverzadigde, voedselarme, venige en zilte bodems. In de duinen groeit de soort veelal in binnenduineilanden, maar ook wel in weinig door de mens beïnvloede matig droge valleien, dicht achter de zeereep. Ze wordt er vaak onder struweel aangetroffen, waar ze welig groeit maar weinig bloeit.

28. Heelblaadjes: wijst hier op relatief natte, relatief basische, relatief eutrofe standplaatsen die worden gebufferd door bodemkalk of periodieke overstroming met zeewater. De soort neemt toe bij eutrofiëring en bij lichte beweiding en kan lang stand houden bij verdroging.

Referentielocatie is de geplagde *Meinderswaalvallei, Goeree. Weeda et al. (1991) vermelden over deze soort het volgende: ze groeit op zonnige tot licht beschaduwde plaatsen op vochtige, humeuze, min of meer voedselrijke maar niet zwaar bemeste bodem. Ze groeit vooral in kalkrijk en/of iets brak milieu op duinzand, leem, löss en klei. De sterk geurende plant wordt door vee gemeden en kan zich daardoor bij lichte beweiding uitbreiden. Bij sterke beweiding wordt ze echter vertrapt. Verder groeit ze in terreinen die tegen de herfst of niet elk jaar gemaaid worden. In natte kalkrijke duinvalleien of zelden door de zee bereikte

strandvlakten, die vanuit omringende duinen zoet water ontvangen, komt de soort veelvuldig voor. Uitbundig groeit ze aan de rand van zulke terreinen in ruigten, tussen laag struweel en in door Knopbies of Zee-urus gedomineerde vegetaties. In verdrogende of gemaaide terreinen kan ze zich soms nog jarenlang handhaven met kort blijvende vegetatieve spruiten.

29. Borstelbies: komt hier voor op natte tot vochtige, neutrale tot zwak zure standplaatsen. Op mesotrofe, licht humeuze standplaatsen kan ze hoge presentie bereiken en lang aanwezig blijven, met name bij extensieve beweiding. Door maaien wordt de soort bevorderd. Op kalkrijke bodem groeit ze als de aanwezigheid van humus zorgt voor neutrale omstandigheden. Referentielocaties zijn *Verklikkerduinen, Schouwen, de geplagde *Meinderswaalvallei, Goeree, en de *Knopbiesvallei, Goeree. Ze groeit hier op neutrale tot zwak zure standplaatsen die gebufferd worden door bodemkalk of kwel van basenrijk grondwater. ZIE OOK TABEL 7.2 N.2.

30. Dwergbloem: duidt binnen deze gemeenschap op natte tot vochtige, neutrale tot zwak zure, mesotrofe omstandigheden. De standplaatsen worden daarbij gebufferd door bodemkalk of kwel en capillaire opstijging van basenrijk grondwater. De soort verdwijnt bij eutrofiëring. Ze is een pioniersoort die zich vestigt of toeneemt op zandbodems die ontstaan na plaggen, maaien of begrazen, maar ze verschijnt niet na afgraving (Annema en Jansen (1998)). Referentielocaties zijn *Meinderswaalvallei, Goeree, (geplagd) en duinvalleien op *Schouwen. ZIE OOK TABEL 7.2 N.6.

31. Teer guichelheil: wijst hier op natte tot matig natte, neutrale tot zwak zure, mesotrofe omstandigheden. De standplaat-

sen worden gebufferd door bodemkalk of kwel van basenrijk grondwater. Het is een pioniersoort die na plagbeheer, afgraving (mededeling A.J.M. Jansen), maaien of extensieve beweiding kan toenemen of verschijnen. Ze verdwijnt bij eutrofiëring. Referentielocatie is *Meinderswaalvallei, Goeree. ZIE OOK TABEL 7.2 N.7.

32. Zwarte zegge: komt hier veelal met lage presentie voor; een hoge bedekking van de soort wijst hier op matig natte tot matig droge, zwak zure, zwak eutrofe standplaatsen. Een toename van de soort wijst op verzuring en op successie naar de Associatie van Drienerfve & Zwarte zegge. Bij plagbeheer en bij maaien kan de soort verschijnen. Referentielocaties zijn *Meinderswaal- en met name de *Knopbiesvallei, beide op Goeree. ZIE OOK TAB. 7.3. N.15.

33. Blauwe zegge: duidt hier op neutrale tot zwak zure standplaatsen met een matig humeuze tot zeer sterk humeuze bodem. Hoge presentie wijst op relatief droge, mesotrofe standplaatsen die worden gebufferd door bodemkalk of toestroming van basenrijk grondwater. De soort mijdt jonge, kalkrijke, basische bodems. Op relatief oude, kalkrijke bodems groeit ze waar een combinatie van bodemkalk in de vorm van grove schelpenfragmenten en een relatief hoog gehalte aan organische stof zorgt voor niet te basische omstandigheden. Ze kan na plagbeheer alleen op kalkarme, relatief zure bodem als pionier optreden. Door maaien en door extensieve beweiding neemt ze toe (Annema en Jansen, 1998). Referentielocaties zijn valleien van het *Noord-Hollands Duinreservaat en *Oost- en Middelduinen, Goeree. In het *Noord-Hollands Duinreservaat groeit de soort bij ca. 4% bodemkalk (grove schelpenfragmenten), ca. 4% aan organische stof en

een pH(H₂O) van rond 7,5; op *Goeree bij een kalkgehalte van circa 0,1% en een gehalte aan organische stof van circa 10%. Voor de standplaatsen van de soort in Noord-Holland is neutraal tot zwak zuur grondwater opgegeven (mediaan 6,5; maximum 7,0) (Nieuwenhuis et al., 1992). Weeda et al. (1994) vermelden dat de soort wordt aangetroffen op plaatsen die 's winters drassig zijn of onder water staan en 's zomers vochthoudend zijn of oppervlakkig uitdrogen. De soort kan volgens hen op geplagde plekken en paadjes in duinheiden ook als pionier optreden, hoewel het optimum in stabiele begroeiingen ligt.

34. Tormentil: wijst hier op relatief droge/zure omstandigheden en een relatief hoog gehalte aan organische stof. De soort kan verschijnen bij verzuring/humusophoping en/of bij verdroging en duidt dan op een ontwikkeling naar de RG Addertong/Duinriet [Klasse der kleine Zeggen].

Referentielocaties zijn *Knopbiesvallei, Goeree, en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat. Ze groeit er op matig humeuze of sterk humeuze standplaatsen die worden gebufferd door bodemkalk of door aanvoer van baserijk grondwater. Zie ook Aggenbach & Jalink, 1998. Weeda et al. (1987) vermelden over deze soort het volgende: Tormentil is in het algemeen kenmerkend voor onbemeste, voedselarme, licht humeuze grond. Ze groeit zowel op droge als vrij natte plaatsen die 's zomers oppervlakkig uitdrogen. Vaak staat ze op zure en kalkarme bodems, maar ook op tamelijk kalkrijke ondergrond kan ze talrijk voorkomen. Kieming van de soort vindt vooral plaats op lichte plekjes met ruwe humus.

35. Rood zwenkgras/Duinzwenkgras: duiden hier op relatief droge/zure omstandigheden en een relatief hoog gehalte aan organische stof. Afname van de soort kan

wijzen op vernatting. Toename kan wijzen op een lichte eutrofiëring, verdroging en/of verzuring. Een maaibeheer en het stoppen van een extensieve beweiding (Ten Harkel, 1998) leiden eveneens tot een toename van de soorten.

Referentielocaties zijn *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat (daar op bodems met ca. 4% organische stof), *Knopbiesvallei, Goeree, en *Verklikkerduinen, Schouwen. De standplaatsen zijn op deze locaties gebufferd door bodemkalk of aanvoer van baserijk grondwater. ZIE OOK

TAB. 7.5 N.9.

36. Fijn schapegras: wijst hier op relatief droge standplaatsen die niet of slechts kort worden geïnnundeerd. Toename van de soort duidt op verdroging of (Weeda et al., 1994; Ten Harkel, 1998) op het stoppen van extensieve beweiding. Zo'n toename kan wijzen op een ontwikkeling in de richting van begroeiingen behorend tot de Klasse der droge graslanden op zandgrond. Afname van de soort kan wijzen op vernatting. Referentielocaties zijn *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat (daar op bodems met 4% bodemkalk en ca. 4% organische stof) en *Knopbiesvallei, Goeree, (op sterk tot zeer sterk humeuze, ontkalkte bodem). De standplaatsen op deze locaties worden gebufferd door periodieke kwel en/of capillaire opstijging van baserijk grondwater of door bodemkalk. ZIE OOK TAB. 7.6 N.12.

37. Bosaardbei: geeft hier relatief droge/basische standplaatsen aan die worden gebufferd door bodemkalk en die een matig humeuze of sterk humeuze bodem vertonen. Bij een vernatting waarbij de inundatieduur gaat toenemen, neemt de soort af. Referentielocatie is *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat. Daar is de soort op bodems met 4% bodemkalk en ca. 4% organische stof aangetroffen en leidde vernatting tot

afname van de soort. Weeda et al. (1987) geven aan dat de soort op kalkhoudende of lemige, matig voedselrijke, droge tot matig vochtige (niet natte), meestal iets verdichte bodems groeit. Ze vermelden verder dat de soort in de duinen in droge valleien en op noordhellingen voorkomt, meestal op ongestoorde delen.

38. Ruig viooltje: wijst hier op relatief droge/basische standplaatsen die worden gebufferd door bodemkalk.

Referentielocatie is *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat., waar de standplaats kalkrijk is. Volgens Weeda et al. (1987) komt Ruig viooltje alleen op kalkrijke, min of meer droge grond voor. Zie ook Droge duinen (Aggenbach & Jalink, 1996).

39. Smalle weegbree: duidt hier op een relatief droge, relatief eutrofe standplaats. De soort wordt bevorderd door extensieve beweiding (Droge duinen, Aggenbach & Jalink, 1996).

Referentielocatie is *Knopbiesvallei, Goeree.

40. Hondsviooltje: wijst hier op relatief droge standplaatsen die in het neutrale of zwak zure bereik worden gebufferd door bodemkalk of door aanvoer (capillaire opstijging) van basenrijk grondwater. In geval van een kalkrijke of kalkhoudende bodem is de aanwezigheid van humus noodzakelijk voor de soort. Bij eutrofiëring neemt de soort af.

Referentielocatie is *Knopbiesvallei, Goeree, waar de standplaatsen worden gebufferd door de periodieke aanvoer van basenrijk grondwater. ZIE OOK TAB. 7.6 N.1.

41. Tandjesgras: wijst hier op relatief droge standplaatsen. De soort verdwijnt of neemt af bij vernatting. Bij verzuring kan ze verschijnen of (vermoedelijk) toenemen.

De soort is gebonden aan oudere, relatief humusrijke bodems en mijdt basische omstandigheden; op kalkrijke bodem eist ze daarom een hoog gehalte aan organische stof. De soort kan zich vestigen bij maai-beheer.

Referentielocaties zijn *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat en *Knopbiesvallei, Goeree. In *De Kil is de soort aangetroffen op bodems met 4% bodemkalk, een pH rond 7,5 en met ca. 4% organische stof en leidde vernatting tot afname of het verdwijnen van de soort. In de *Knopbiesvallei leidde één keer maaien van de vergraste vegetatie tot vestiging van deze soort. ZIE OOK TAB. 7.6 N.2.

42. Gewoon reukgras: met lage presentie is de soort vrij algemeen in deze vegetatie; hoge presentie duidt hier echter op relatief droge/zure omstandigheden. De soort wordt bevorderd door extensieve beweiding. Referentielocaties zijn *Knopbiesvallei, Goeree, waar de pH op de standplaatsen in natte jaren wordt gebufferd door kortdurende aanvoer van basenrijk grondwater, in droge jaren door capillaire opstijging.

ZIE OOK TAB. 7.6 N.10.

43. Gewoon struisgras: met lage presentie is de soort vrij algemeen in deze vegetatie; hoge presentie duidt hier echter op relatief droge, relatief eutrofe omstandigheden. Een verdroging van de standplaats waarbij de inundatieduur gaat afnemen (tot minder dan 2 maanden), kan leiden tot het verschijnen of toenemen van de soort. Bij vernatting kan de soort juist afnemen. Bij maaien kan ze ook afnemen. Referentielocatie is een duinvallei in *Oost- en Middelduinen, Goeree, waar de standplaats gebufferd wordt door kwel (in natte jaren) en capillaire opstijging van basenrijk grondwater (in droge jaren). De soort groeit hier op een bodem met in

de top laag een gehalte aan organische stof tot ca. 5% en met een pH(H₂O) in het zwak zure bereik. ZIE OOK TAB. 7.6 N.15.

44. Voorjaarszegge: wijst hier op relatief droge/zure omstandigheden. De soort is in duinvalleien gebonden aan bodems die permanent vochthoudend zijn (door kwel en in de zomer door capillaire opstijging), maar niet of nauwelijks worden geïnundeerd. De soort neemt af bij vernatting. Door maaien en extensieve beweiding neemt ze toe (Annema & Jansen, 1998; Weeda et al., 1994). Toename van de soort zou kunnen wijzen op een ontwikkeling in de richting van de Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem. Referentielocatie is *Knobbiesvallei, Goeree. Eén meting van het gehalte aan organische stof geeft aan dat de soort hier bij 10% organische stof in de top laag van de bodem voorkomt. ZIE OOK TAB. 7.6 N.16.

45. Muizeoor: wijst hier op relatief droge standplaatsen en de soort wordt bevorderd door extensieve beweiding of tred (Weeda et al., 1991). De zuurgraad van de standplaats wordt gebufferd door bodemkalk of door aanvoer van baserijk grondwater. Referentielocatie is *Knobbiesvallei, Goeree, waar de standplaats een gehalte aan organische stof heeft tot ca. 10%. In droge duingraslanden in het Renodunaal district groeit de soort op kalkrijke bodem alleen onder relatief eutrofe omstandigheden (Aggenbach & Jalink, 1996). ZIE OOK TAB. 7.6 N.18.

125 en overgangen naar RG Duinriet [Klasse der droge graslanden op zandgrond] en RG Gewoon struisgras/Gewoon biggekruid [Klasse der droge graslanden op zandgrond] (ZIE OOK VOETNOOT 116 OP PAG. 71).

Rompgemeenschap van Addertong/ Duinriet [Klasse der kleine Zeggen]¹²⁵

1. Duinriet: komt binnen de gemeenschappen van tabel 7,5 met hoge bedekkingsgraad voor op matig natte tot droge standplaatsen. De soort neemt toe bij verdroging en is goed bestand tegen overstuiving met zand. Bij vernatting neemt de soort af. Door maaien en extensieve beweiding na een periode van geen beheer neemt de soort eveneens af.

Referentielocaties zijn *Reggers-Sandervlak en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat. Duinriet komt er vaak voor met relatief hoge bedekkingen en is er soms dominant. De standplaatsen zijn er humusarm tot zeer sterk humeus, de pH(H₂O) wordt er gebufferd tussen 6,3 en 7,3 door bodemkalk of aanvoer van baserijk grondwater. Zie ook Duinvalleien Waddendistrict, Aggenbach & Jalink 1998, De Vries, 1961; Lammerts & Grootjans, 1997; Grijpstra, 1997. Uit proeven blijkt dat Duinriet onder relatief droge omstandigheden concurrentiekrachtiger is dan Knobbies (Van Beckhoven, 1995). ZIE OOK TAB. 7.4 N.4.

2. Zeegroene zegge: een hoge bedekkingsgraad van de soort wijst hier op relatief natte, relatief baserijke, gebufferde, zwak eutrofe standplaatsen. De soort vestigt zich in het voorgaande successiestadium, de Knobbies-associatie, en kan zich binnen de Duinriet-vegetaties lang handhaven, ook bij verdroging. Bij gelijktijdig optredende vernatting en verzuring verdwijnt de soort echter. Bij maai-beheer neemt ze toe.

Referentielocaties zijn *Reggers-Sandervlak en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat,

waar de soort relatief hoge bedekkingen (ca. 40 %) kan bereiken. De standplaatsen zijn daar humusarm tot humusrijk, de pH(H₂O) wordt hier gebufferd tussen 6,4 en 7,3 door bodemkalk of aanvoer van basenrijk grondwater. Zie ook Duinvalleien Waddendistrict, Aggenbach & Jalink, 1998.

ZIE OOK TAB. 7.4 N.3.

3. Knopbies: is hier een overblijfsel van het voorgaande successiestadium, de Knopbies-associatie. Knopbies gaat binnen de Duinriet-vegetaties langzaam achteruit, maar ze kan zich er decennia lang met een lage presentie handhaven – ook bij verdroging en verzuring. Met name in begroeiingen die gemaaid worden, kan de soort langdurig voorkomen.

Referentielocaties zijn *Reggers-Sandervlak en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat. De pH wordt hier gebufferd door bodemkalk of aanvoer van basenrijk grondwater. Verder hebben de standplaatsen een gehalte aan organische stof dat varieert van ca. 3 tot ca. 4%. ZIE OOK TAB. 7.4 N.1.

4. Duindoorn: komt in deze vegetaties geregeld voor (met lage presentie). De soort neemt af of verdwijnt bij vernatting. Ze neemt toe bij het uitblijven van maai-beheer en kan dan struweelvorming inleiden. Referentielocatie is hier *Reggers-Sandervlak, Noord-Hollands Duinreservaat. De pH(H₂O) wordt op de standplaatsen gebufferd tussen 6,4 en 6,9 door bodemkalk of door aanvoer van basenrijk grondwater. Verder hebben de standplaatsen een gehalte aan organische stof dat varieert van ca. 3 tot ca. 4%. ZIE OOK TAB. 7.4 N.26.

5. Blauwe zegge: duidt hier op relatief voedselarme standplaatsen met een matig humeuze of sterk humeuze bodem. Omdat de soort basische omstandigheden mijdt, komt ze op kalkrijke/kalkhoudende bodem

alleen op relatief humusrijke standplaatsen voor. Maaien en extensieve beweiding is gunstig voor deze soort.

Referentielocaties zijn *Reggers-Sandervlak en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat. De pH(H₂O) wordt hier gebufferd tussen 6,4 en 7,3 door bodemkalk of door aanvoer van basenrijk grondwater. ZIE OOK TAB. 7.4 N.33.

6. Drienervige zegge: komt met lage bedekkingen hier geregeld voor; hoge presentie wijst echter op relatief natte, sterk humeuze en relatief voedselarme omstandigheden. Bij maai-beheer neemt de soort toe.

Referentielocaties zijn *Reggers-Sandervlak en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat. De pH wordt hier gebufferd door bodemkalk of aanvoer van basenrijk grondwater. Verder hebben de standplaatsen een gehalte aan organische stof dat varieert van ca. 1 tot ca. 4%. ZIE OOK TAB. 7.3 N.1.

7. Gewone watervanel: hoge presentie van deze soort wijst hier op relatief natte standplaatsen. Een toename van de soort wijst op vernatting.

Referentielocatie is *Reggers-Sandervlak, Noord-Hollands Duinreservaat. De pH wordt hier gebufferd in het neutrale bereik door bodemkalk of aanvoer van basenrijk grondwater. Verder hebben de standplaatsen een gehalte aan organische stof dat varieert van ca. 3 tot ca. 4%. ZIE OOK TAB. 7.4 N.18.

8. Riet: wijst hier op relatief natte standplaatsen en de soort neemt toe bij vernatting. Referentielocaties zijn *Reggers-Sandervlak en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat. De pH wordt hier gebufferd in het neutrale bereik door bodemkalk of aanvoer van basenrijk grondwater. Verder hebben de standplaatsen een gehalte aan organische stof dat varieert van ca. 3 tot ca. 4%.

ZIE OOK TAB. 7.1 N.7.

9. Rood/Duinzwengkras: duiden hier op matig natte en relatief droge standplaatsen die niet of slechts kort worden geïnundeerd. Bij vernatting nemen de soorten af of verdwijnen ze. Na maaien nemen ze toe. Referentielocaties zijn *Reggers-Sandervlak en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat. De pH(H₂O) wordt hier gebufferd tussen 6,4 en 7,3 door bodemkalk of door aanvoer van baserijk grondwater. Verder hebben de standplaatsen een gehalte aan organische stof dat varieert van ca. 3 tot ca. 4%. ZIE OOK

TAB. 7.4 N.35.

10. Zandzegge: komt binnen het hele standplaatsbereik van de hier besproken gemeenschappen voor, maar hoge presentie van Zandzegge wijst hier op relatief droge standplaatsen. De soort neemt af bij vernatting.

Referentielocaties zijn *Reggers-Sandervlak en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat. De pH(H₂O) wordt hier gebufferd tussen 6,3 en 7,3 door bodemkalk of door aanvoer van baserijk grondwater. ZIE OOK TAB. 7.3

N.25 EN TAB. 7.6 N.14.

11. Gewone/Smalle rolklaver: wijzen hier meestal op relatief droge omstandigheden. De standplaatsen worden gebufferd door bodemkalk of aanvoer (capillaire opstijging) van baserijk grondwater.

De soorten nemen af bij vernatting.

Referentielocaties zijn *Reggers-Sandervlak en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat.

ZIE OOK TAB. 7.6 N.11.

12. Dauwbraam: aanwezigheid duidt hier op relatief basische standplaatsen die worden gebufferd door bodemkalk. Hoge presentie van de soort wijst op relatief droge standplaatsen. Bij maai-beheer neemt ze af.

Referentielocaties zijn *Reggers-Sandervlak en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat. De pH(H₂O) wordt hier gebufferd tussen



Knobies

6,3 en 7,3 door bodemkalk en de soort kan hier met hoge presentie voorkomen. In Nederlandse kustduinen groeit de soort vooral in het 'R- of Rubus-landschap' (Doing, 1988). In droge duingrasslanden in het Renodunaal district groeit ze op kalkrijke tot kalkhoudende, basische of neutrale standplaatsen (Aggenbach & Jalink, 1996).

13. Ruig viooltje: aanwezigheid duidt hier op matig natte tot droge, relatief basische standplaatsen die gebufferd worden door bodemkalk. Hoge presentie van de soort wijst op relatief droge standplaatsen. Bij vernatting verdwijnt de soort. Ze wordt door maaien en extensieve beweiding bevorderd.

Referentielocaties zijn *Reggers-Sandervlak en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat. De soort groeit hier op matig natte of vochtige, neutrale, zwak eutrofe of matig eutrofe standplaatsen. ZIE OOK TAB. 7.4 N.38.

14. Tormentil: aanwezigheid duidt hier op matig natte tot matig droge, zwak eutrofe standplaatsen, en hoge presentie op vochtige tot matig droge, zwak zure standplaatsen. De soort verdwijnt bij vernatting en wordt bevorderd door maai-beheer. Referentielocaties zijn *Reggers-Sandervlak

en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat. De pH wordt hier gebufferd door bodemkalk of aanvoer van baserijk grondwater. Verder hebben de standplaatsen een gehalte aan organische stof dat varieert van ca. 1 tot ca. 5%. ZIE OOK TAB. 7.4 N.34.

15. Gewone veldbies: hoge presentie van deze soort wijst hier op relatief droge en relatief zure, zwak eutrofe standplaatsen. Op kalkrijke of kalkhoudende bodem heeft de soort een voorkeur voor bodems met een dikke organische toplaag (waardoor zwak zure omstandigheden ontstaan). Bij vernatting neemt de soort af. Referentielocaties zijn *Reggers-Sandervlak en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat. Ze groeit hier op matig humeuze of sterk humeuze standplaatsen die worden gebufferd door bodemkalk of aanvoer van baserijk grondwater.

16. Zandpaardebloem: duidt binnen deze gemeenschappen op matig natte tot droge, relatief basische, relatief voedselarme omstandigheden. De standplaatsen zijn meestal gebufferd door bodemkalk of toevoer van baserijk grondwater. De soort neemt af bij vernatting en wordt bevorderd door maaien en extensieve beweiding. Referentielocaties zijn *Reggers-Sandervlak en *De Kil, Noord-Hollands Duinreservaat. Weeda et al. (1991) vermelden: Zandpaardebloem is te vinden in droge duinvalleien en op noordhellingen van kalkrijke duinen, vooral dicht bij zee waar weinig hoog struweel voorkomt. Ze groeit in de duinen in het algemeen in niet gesloten vegetaties die door konijnenvraat in stand worden gehouden. De standplaatsen hebben over het algemeen een bodem waarvan de bovenste laag van 1-2 cm licht humushoudend is en meestal veel schelpengruis bevat.

Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem ¹²⁶

1. Hondsviooltje: komt binnen het hele standplaatsbereik van de hier besproken gemeenschappen voor. De soort neemt toe door maaibeheer en extensieve beweiding. Referentielocaties zijn duinvalleien in *Oost- en Middelduinen, Goeree. De meeste standplaatsen zijn daar gemaaid. In droge duingraslanden van het Renodunaal district worden de standplaatsen gebufferd door een combinatie van bodemkalk en humus in een stabiele bodem (Aggenbach & Jalink, 1996). ZIE OOK TAB. 7.4 N.40.

2. Tandjesgras: komt binnen het hele standplaatsbereik van de hier besproken gemeenschappen voor. De soort kan zich vestigen bij maaibeheer, bij extensieve beweiding neemt ze toe. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree. De soort heeft hier een hoge presentie en een lage bedekking. Een deel van de standplaatsen is gemaaid. Weeda et al., (1994) vermelden dat de soort voorkomt in schrale graslanden, die matig voedselarm, zwak zuur en vrij vochtig tot vrij droog, humeus, kalkarm of oppervlakkig ontkalkt zijn. Verder geven ze aan dat de soort bij bemesting verdwijnt, betreding en zuurstofarmoede van de bodem verdraagt en verdroging goed kan doorstaan.

¹²⁶ en overgangen naar rompgemeenschappen van RG Gewoon struisgras/Gewoon biggekruid [Klasse der droge graslanden op zandgrond] en van het Verbond der droge duingraslanden

3. Veldgentiaan: is beperkt tot de Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem. De soort neemt af bij verdroging en verzuring en verdwijnt bij eutrofiëring. Ze neemt toe bij extensieve beweiding en maai-beheer. Bij een afwisseling van natte en droge jaren kan de soort pendelen langs de hoogtegradiënt (en in natte jaren op hoger gelegen plekken groeien dan in droge jaren). Dit gedrag vertoont de soort niet overal. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree, waar de meeste standplaatsen zijn gemaaid. De soort neemt hier toe bij maaien en extensieve beweiding en pendelt er niet langs de hoogtegradiënt (Annema en Jansen, 1998). Weeda et al., (1988) vermelden: Veldgentiaan heeft een humeuze bovengrond en een wisselende bodemvochtigheid nodig en staat gewoonlijk op kalkarme grond. De plant groeit op de overgang van vochtige duinvalleien en droge duinkopjes, in de grenszone tussen gebieden met en zonder invloed van grondwater. In natte jaren strekt de zone met Veldgentiaan zich verder op de hellingen uit dan in andere jaren.

4. Harlekijn: wijst op zwak zure, kalkarme standplaatsen en neemt af bij verzuring. De soort neemt toe bij extensieve beweiding en maai-beheer. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree. Een deel van de standplaatsen is gemaaid. In dit gebied neemt ze toe bij maai-beheer en (sterk) bij extensieve beweiding (Annema & Jansen, 1998). Weeda et al. (1994) vermelden: Harlekijn groeit op zonnige, grazige, vochthoudende tot relatief droge, iets zure tot neutrale, enigszins basenhoudende standplaatsen. Ze komt vaak in reliëfrijk terrein voor. De standplaatsen worden 's winters meestal niet geïnundeerd, maar de bodem kan na een natte periode wel tijdelijk waterverzadigd zijn. Extensieve

beweiding en lichte eutrofiëring door veer zijn meestal gunstig. Veelal staat de soort in gebieden waar eeuwenlang hetzelfde beheer is gevoerd. Ze kan zich echter ook snel vestigen in nieuwe polders en op drooggevallen zandplaten.

5. Zwarte zegge: komt binnen het hele standplaatsbereik van de hier besproken gemeenschappen voor. Een toename van de soort wijst hier op verzuring en een ontwikkeling naar de Associatie van Drienervige & Zwarte zegge. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree. ZIE OOK TAB. 7.3 N.15.

6. Blauwe zegge: komt binnen het hele standplaatsbereik van de hier besproken gemeenschappen voor. Maai-beheer en extensieve beweiding bevorderen hier de soort. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree. ZIE OOK TAB. 7.4. N.33.

7. Gewone waternavel: hoge presentie van deze soort duidt hier op relatief natte standplaatsen. Het verschijnen van de soort duidt op een lichte vernatting, het verdwijnen van de soort op verdroging. Het kan hierbij veranderingen betreffen die samenhangen met het optreden van natte en droge jaren (mededeling A.J.M. Jansen). De soort neemt toe bij maai-beheer. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree. ZIE OOK TAB. 7.4 N.18.

8. Drienervige zegge: hoge presentie van de soort wijst hier op relatief natte, sterk humeuze standplaatsen. Bij verdroging neemt de soort af. Een toename van de soort kan duiden op vernatting en op een ontwikkeling van de Associatie van Drienervige & Zwarte zegge. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree. ZIE OOK TAB. 7.3 N.1.

9. Dwergvlas: wijst hier op relatief natte standplaatsen. De soort verdwijnt bij verdroging en bij eutrofiëring en ze neemt af bij verzuring. Ze wordt bevorderd door extensieve beweiding en maaien. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree. ZIE OOK TAB. 7.2 N.1.

10. Gewoon reukgras: de soort komt hier algemeen voor; een hoge bedekkingsgraad van Gewoon reukgras wijst hier echter op relatief droge, relatief eutrofe omstandigheden. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree. De meeste standplaatsen zijn er gemaaid. De soort komt ook in droge duingraslanden van het Renodunaal district voor. Volgens Weeda et al. (1994) komt de soort in Nederland op schrale, maar niet uiterst voedselarme plaatsen voor, en is ze weinig aanwezig op zeer droge, blijvend natte of langdurig overstroemde plekken. Ze vermelden verder dat de soort op kalkarme, relatief zure bodems hogere bedekkingen kan bereiken dan op kalkrijke, relatief basische bodems. ZIE OOK TAB. 7.4 N.42.

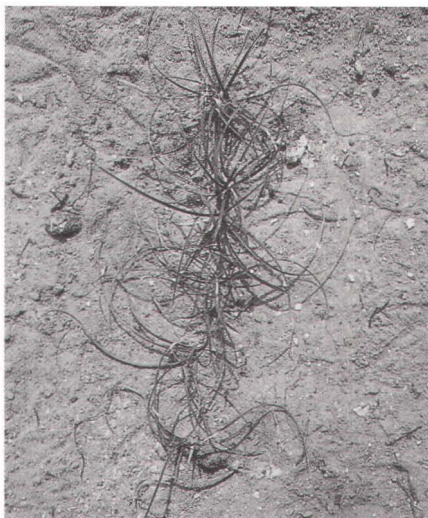
11. Gewone/Smalle rolklaver: komen hier algemeen voor; een hoge bedekkingsgraad ervan wijst echter op relatief droge en relatief voedselrijke standplaatsen. De soorten worden bevorderd door extensieve beweiding en maaien. Bij verzuring kunnen ze lang stand houden. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree. Een deel van de standplaatsen is gemaaid. In Nederland handhaven zich *Lotus corniculatus* var. *corniculatus* en *Lotus glaber* (samen *Lotus corniculatus* s.l.) alleen in lage begroeiingen bij extensieve beweiding of maaibeheer (Weeda et al., 1987). In droge duingraslanden in het Renodunaal district komen de soorten ook voor. Daar blijken ze, van-

wege haar diep in de ondergrond dringende wortels, pas bij vergaande ontkalking en sterke verzuring te verdwijnen. Extensieve beweiding bevorderen de soorten omdat vertrapping van de bodem sterke verzuring voorkomt (Aggenbach & Jalink, 1996).

12. Fijn schapegras: komt hier algemeen voor; een hoge bedekkingsgraad van deze soort wijst hier echter op relatief droge standplaatsen. De soort neemt af bij vernatting en neemt toe bij verdroging. Het stoppen van extensieve beweiding leidt tot een toename van de soort. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree. De meeste standplaatsen zijn hier gemaaid. De soort heeft hier een hoge presentie en soms een relatief hoge bedekking. In natte duinvalleien groeit de soort op kalkrijke tot kalkarme plekken die zelden of niet worden geïnundeerd. ZIE OOK TAB. 7.4 N.36.

13. Rood/Duinzwengkras: hoge presentie van deze soorten wijst hier op relatief droge omstandigheden. Een toename van de soorten kan wijzen op verdroging en/of lichte eutrofiëring. Maaien en het stoppen van extensieve beweiding leidt eveneens tot een toename. Afname kan wijzen op vernatting. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree. De meeste standplaatsen zijn hier gemaaid. ZIE OOK TAB. 7.5 N.9.

14. Zandzegge: hoge presentie van Zandzegge wijst hier op relatief droge omstandigheden. Het stoppen van extensieve beweiding leidt tot een toename van de soort. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree. De meeste standplaatsen zijn hier gemaaid. De soort heeft binnen de Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem een hoge presentie



Zandzegge

(Schaminée et al., 1996). In droge duingraslanden kan de soort ook overheersen zonder dat er sprake is geweest van vroegere extensieve beweiding of landbouw (mondelinge mededeling H. Snater). ZIE OOK TAB. 7.3 N.25.

15. Gewoon struisgras: aanwezigheid van deze soort wijst hier op kalkarme omstandigheden, en hoge presentie duidt op relatief droge standplaatsen. De soort neemt af bij vernatting. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree, waar de soort binnen deze gemeenschap met hoge presentie groeit. De meeste standplaatsen zijn gemaaid. De soort komt ook in droge duinen voor (Aggenbach & Jalink, 1996). In de duinen vestigt de soort zich pas als de zandbodem voldoende is ontcalcit en humeus is geworden als gevolg van langdurige extensieve beweiding, vroegere akkerbouw, aanvoer van materiaal of afgestorven naaldhoutaanplant (Weeda et al., 1994). In duingraslanden groeit ze op oude bodems en kan daar na plagbeheer snel toenemen, mogelijk door hergroei vanuit achtergebleven wortels (Veer, 1998). ZIE OOK TAB. 7.4 N.43.

16. Voorjaarszegge: hoge presentie van deze soort wijst hier op relatief droge omstandigheden. De standplaats wordt gebufferd door de aanvoer van basenrijk grondwater. Door maaien en extensieve beweiding neemt de soort toe (Annema & Jansen, 1998; Weeda et al., 1994). Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree. De meeste standplaatsen zijn hier gemaaid. De soort is in duinvalleien gebonden aan bodems die permanent vochthoudend zijn, maar niet of nauwelijks worden geïnundeerd. Ze komt er daarom langs valleiranden voor, in die zones die in de zomer onder invloed staan van capillaire opstijging van grondwater (Weeda et al., 1994). Weeda et al. (1994) vermelden verder dat de soort in Nederland op niet te voedselrijke plekken groeit. ZIE OOK TAB. 7.4 N.44.

17. Schapezuring: hoge presentie van deze soort wijst hier op relatief droge omstandigheden. Ze neemt hier toe bij extensieve beweiding en af bij het stoppen van extensieve beweiding. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree. Of de soort onder vochtige omstandigheden voorkomt is niet zeker. Volgens Weeda et al. (1995) is de soort een goede indicator voor kalkarme standplaatsen: ze kan massaal voorkomen in sterk ontcalcite, droge duingebieden. Volgens het in de indicatorenserie beschreven onderzoek komt ze vooral voor in kalkarme gebieden, maar ook wel in kalkhoudende (Aggenbach & Jalink, 1996).

18. Muizeoor: wijst hier op relatief droge standplaatsen. De soort wordt bevorderd door maaibeheer, extensieve beweiding (Weeda et al., 1991) en tred.

Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree. Een deel van de standplaatsen is gemaaid. In Nederland heeft de soort binnen de Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem een hoge presentie (Schaminée et al., 1996). In droge duingraslanden van het Renodunaal district is op oppervlakkig ontkalkte bodems een extensieve beweiding met grote grazers en/of tred voordelig voor de handhaving van de soort. Vertrapping van de bodem voorkomt dan sterke verzuring en de vegetatie behoudt haar open structuur (Aggenbach & Jalink, 1996). ZIE OOK TAB. 7.4 N.45.

19. Geel walstro: duidt binnen deze gemeenschappen op relatief droge standplaatsen die worden gebufferd door bodemkalk of aanvoer van baserijk grondwater. Bij verzuring verdwijnt de soort langzaam. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree, waar Geel walstro met relatief hoge presentie binnen deze gemeenschap groeit. De meeste standplaatsen zijn gemaaid. De soort is in Nederland een overblijvende plant van carbonaathoudende, lichte, minerale bodems. In de duinen groeit ze optimaal op humushoudende bodems, meestal in gesloten begroeiingen (Weeda et al., 1988; mondelinge mededeling E. Weeda). Binnen droge duingraslanden van het Renodunaal district is de soort indicatief voor kalkhoudende tot kalkrijke omstandigheden. Doordat de soort diep kan wortelen, handhaaft ze zich lang bij verzuring (Aggenbach & Jalink, 1996).

20. Grote tijm: duidt hier op relatief droge standplaatsen. De soort neemt toe bij extensieve beweiding en neemt af bij het stoppen van extensieve beweiding. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree. In droge duingraslanden in het Renodunaal district groeit de soort (ook met hoge presentie) op kalkhoudende tot kalkrijke standplaatsen (Aggenbach & Jalink, 1996).

21. Vroege haver: duidt hier op relatief droge omstandigheden. Referentielocaties liggen in *Oost- en Middelduinen, Goeree. In droge duingraslanden van het Renodunaal district groeit de soort op kalkarme tot kalkhoudende standplaatsen (Aggenbach & Jalink, 1996).

4

REFERENTIESTUDIES

4.1 Valleien van het Noord-Hollands Duinreservaat: Reggers-Sandervlak en De Kil

Het onderzoeksgebied

Twee referentielocaties voor het onderzoek naar indicatorsoorten, Reggers-Sandervlak en De Kil, maken deel uit van het Noord-Hollands Duinreservaat (NHD). Het NHD is eigendom van de Provincie Noord-Holland, het beheer is in handen van NV PWN. Reggers-Sandervlak en De Kil zijn grote, natte duinvalleien met daarin lage kopjesduinen, gelegen in jonge kalkrijke duinen. De valleien liggen dicht bij elkaar, De Kil ten zuiden van Reggers-Sandervlak, op 300 m afstand van de zee, tussen Egmond aan Zee en Castricum.

Beide valleien werden in het verleden enigszins beïnvloed door een pompstation ten zuidoosten van De Kil. In 1977 is de hoeveelheid grondwater die op dit pompstation wordt onttrokken teruggebracht van ca. 20 miljoen m³/jaar naar ca. 6 miljoen m³/jaar en sinds 1992 tot 2 miljoen m³/jaar. Deze laatste vermindering heeft niet tot duidelijke vernatting geleid. De basenverzadiging van de bodem is zowel in Reggers-Sandervlak als De Kil vanaf 1991 gestegen. De Haan et al. (1997) schrijven deze toename toe aan de een enigszins verhoogde toevoer van baserijk grondwater als gevolg van de verminderde waterwinning.

In beide valleien is een proefvlak aangewezen voor OBN¹²⁷ beheersexperimenten (ZIE FIG. 4.1A EN FIG. 4.1B). Binnen deze proefvlakken worden strookvormige gedeelten afgeplagd of gemaaid terwijl in andere delen ter

vergelijking (in de blanco's) niets wordt gedaan. In de verschillende delen liggen permanente vierkanten (PQ's) en peilbuizen om de vegetatie en de terreincondities te analyseren. In 1991 is in beide proefvlakken - in elk van de valleien - een strook met PQ's geplagd. In het proefvlak van De Kil wordt sinds 1991 ook nog ieder jaar een strook met PQ's gemaaid.

Selectie en verwerking van gegevens

Het leeuwendeel van de voor deze studie naar indicatorsoorten gebruikte gegevens (van Reggers-Sandervlak en De Kil) is afkomstig uit het OBN-project. Het overige deel van de gebruikte data (van De Kil) stamt uit 'Vernatting in het Noord-Hollands Duinreservaat'.¹²⁸ Voor meer informatie over de bij deze studie naar indicatorsoorten betrokken meet- en monsterplekken en de resultaten van de analyses zie de figuren 4.1A T/M 4.1L. De gebruikte gegevens zijn als volgt samen te vatten:

- 92 vegetatieopnamen van de proefgebieden, 23 van Reggers-Sandervlak en 69 van De Kil. Het gaat hierbij om opnamen van de periode 1991 tot en met 1995.
- Een aantal waterstandsmetingen en grafieken met duurlijnbundels en afgeleide variabelen zoals inundatieduur, gemiddelde waterstand en fluctuatie-index uit de periode van 1992 tot en met 1996.
- Chemische analyse van een aantal bodemonsters. De monsters stammen van 0-10 cm & 40-50 cm onder het maaiveld en zijn genomen in 1991, 1993 en 1996.
- Chemische analyse van een aantal grondwatermonsters. De monsters zijn genomen op 50 cm onder het maaiveld en op 75 cm onder het maaiveld of dieper, in 1991 tot en met 1994.

¹²⁷ De Haan et al., 1997: Eindrapport fase 2. Monitoring Overlevingsplan Bos en Natuur

¹²⁸ Broersen, 1996

FIG. 4.1A

Kaart van OBN-proefvlakken met PQ's en peilbuizen in Reggers-Sandervlak en De Kil (naar De Haan et al. 1997). ZIE VOOR PQ'S EN PEILBUIZEN IN DE KIL OOK FIG. 4.1B.

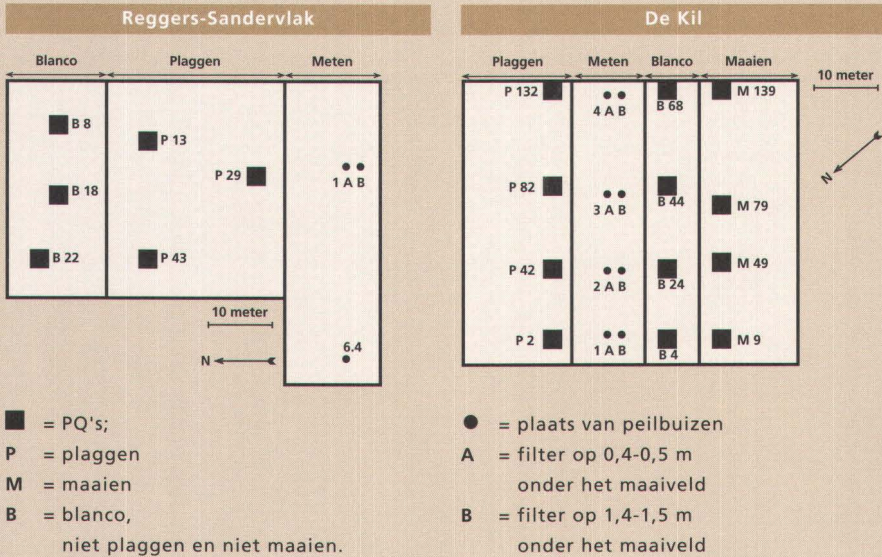
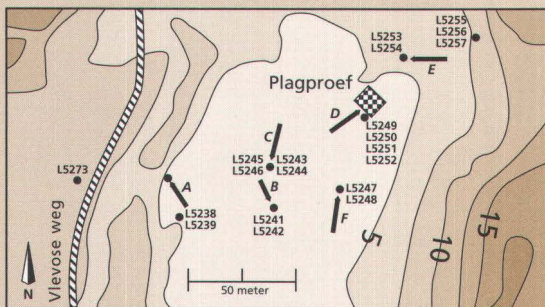


FIG. 4.1B

Kaart van een deel van De Kil (naar Broersen, 1996).



Voor dit onderzoek naar indicatorsoorten zijn alleen de gegevens van natte standplaatsen gebruikt: van 5 PQ's van raai F.

- = hoogtelijnen
 5, 10 en 15 = meter boven NAP
 ● = peilbuizen
 A t/m F = ligging van raaien met PQ's (naar Broersen, 1996).

FIG. 4.1C

Diagrammen van enkele abiotische bodemeigenschappen van proefvlakken in Reggers-Sandervlakte (naar De Haan et al., 1997).

De proefvlakken zijn in 1991 geplagd of niet geplagd (blanco); en de meetgegevens zijn van de bodem op 0-10 cm en op 40-50 cm diepte onder het maaiveld. ZIE VOOR DE LIGGING FIG. 4.1A.

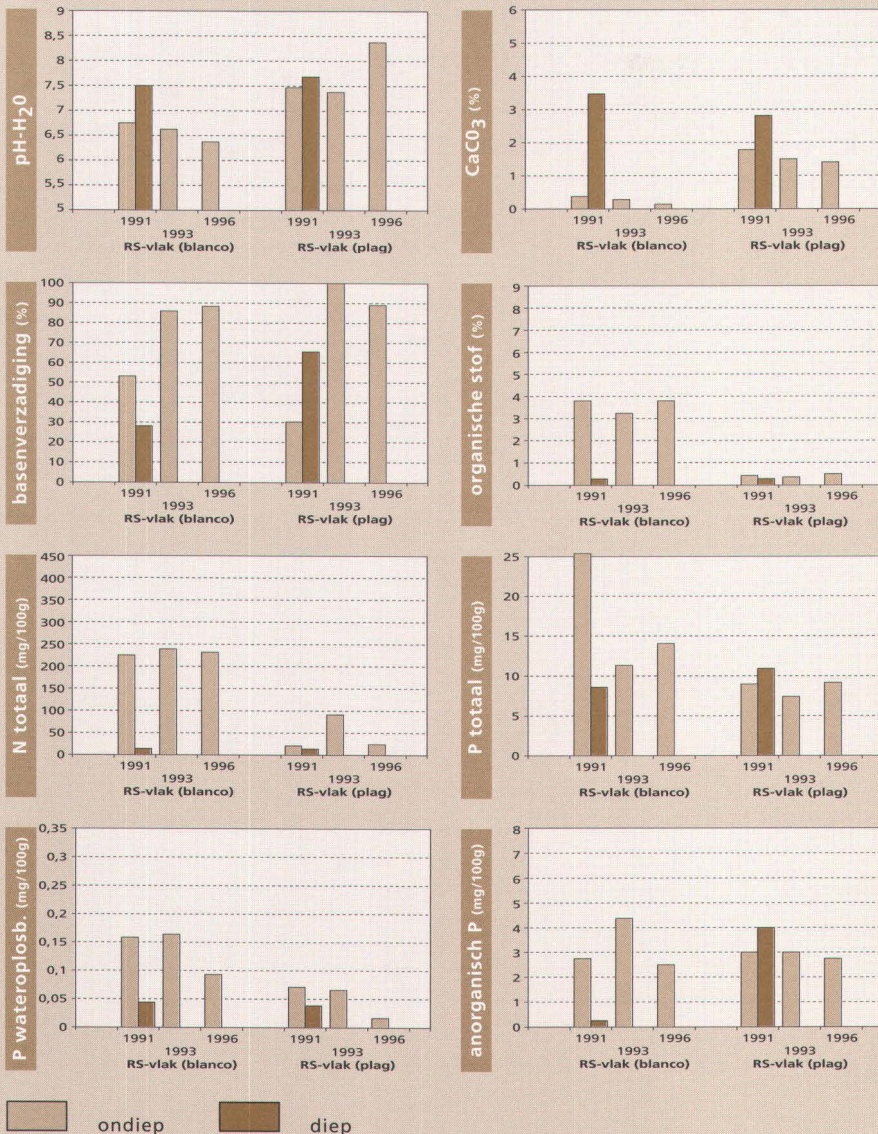


FIG. 4.1D

Diagrammen van enkele abiotische bodemeigenschappen van proefvlakken in De Kil (naar De Haan et al., 1997).

De proefvlakken zijn in 1991 geplagd, sinds 1991 jaarlijks gemaaid, niet geplagd of niet gemaaid (blanco); en de meetgegevens zijn van de bodem is op 0-10 cm en 40-50 cm diepte onder het maaiveld. ZIE VOOR DE LIGGING FIG. 4.1A.

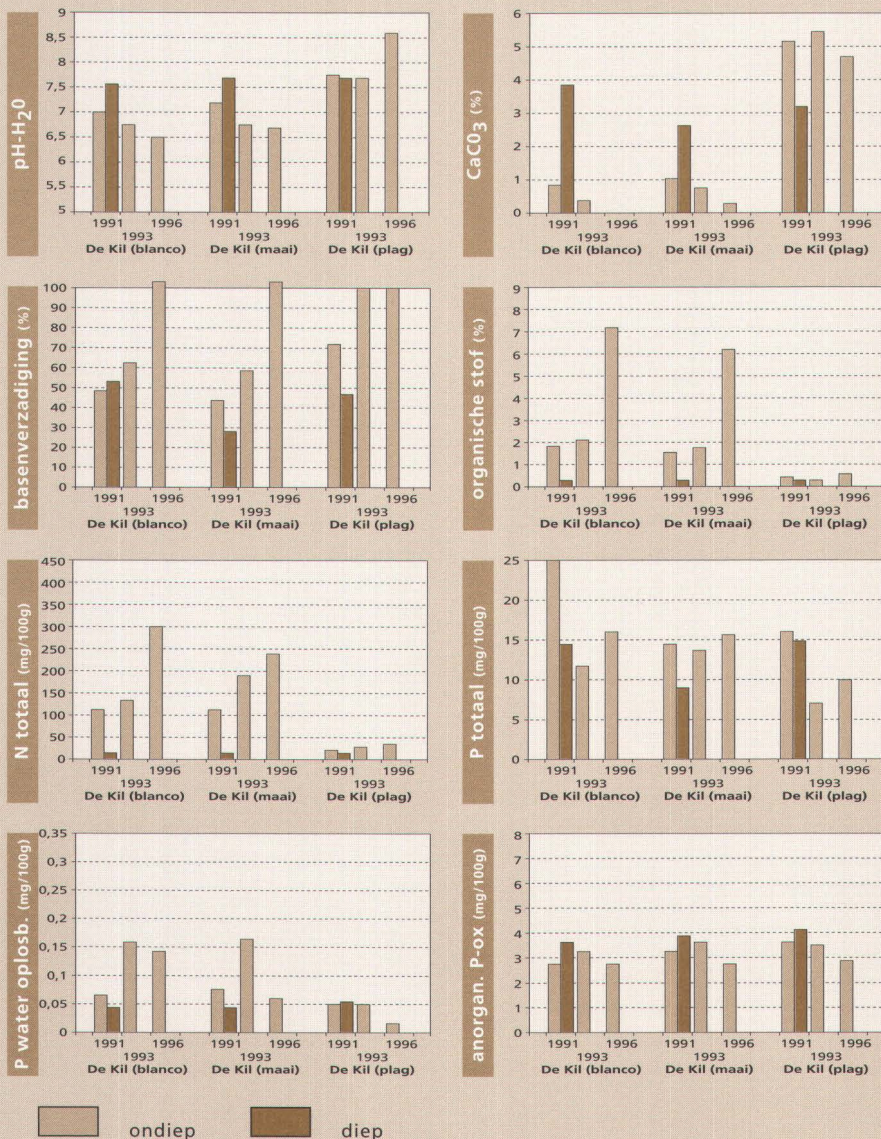


FIG. 4.1E

Overzicht van verschillende bodemchemievariabelen van 5 PQ's in De Kil, op 40-50 cm diepte onder het maaiveld, gemeten in 1993 (naar Broersen, 1996).

ZIE VOOR DE LIGGING FIG.4.1B (RAAI F).

| jaar | pH-H ₂ O | A-cijfer % | CaCO ₃ % | H-bez. meq/100g | Ca meq/100g | Mg meq/100g | Mg+Ca meq/100g | Na me/100g |
|------|---------------------|---------------|------------------------|--------------------|----------------|----------------|-------------------|---------------|
| 1993 | 7.7 | 33.2 | 7.5 | 0.6 | 9.9 | 0.6 | 10.5 | 0.1 |
| 1993 | 7.7 | 31.3 | 4.5 | 0.6 | 9.5 | 0.5 | 10 | 0.1 |
| 1993 | 7.7 | 34.9 | 5.2 | 0.7 | 10.6 | 0.6 | 11.2 | 0.1 |
| 1993 | 7.7 | 30.4 | 3.5 | 0.8 | 9.2 | 0.7 | 9.9 | 0.1 |
| 1993 | 7.6 | 34.7 | 4.5 | 0.7 | 10.5 | 0.6 | 11.1 | 0.1 |

| jaar | K meq/100g | som kat. meq/100g | OS-geh. % | Org.C mg/100g | C/N ratio | N-tot mg/100g | C/P ratio | P-tot mg/100g |
|------|---------------|----------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|
| 1993 | 0.1 | 10.7 | 4.7 | 2600 | 18.06 | 144 | 96.3 | 27 |
| 1993 | 0.1 | 10.2 | 4.2 | 2330 | 15.13 | 154 | 101.3 | 23 |
| 1993 | 0.1 | 11.4 | 4.6 | 2220 | 13.14 | 169 | 85.38 | 26 |
| 1993 | 0.1 | 10.1 | 3.9 | 1910 | 13.36 | 143 | 90.95 | 21 |
| 1993 | 0.1 | 11.3 | 4.4 | 1810 | 11.91 | 152 | 67.04 | 27 |

De opnamen zijn verwerkt in vegetatie-tabellen en syntaxonisch getypeerd. De lokaal onderscheiden vegetatietypen van het Noord-Hollands Duinreservaat (Reggers-Sandervlak en De Kil), Goeree en Schouwen (ZIE PARAGRAAF 4.2) zijn gezamenlijk in zogenaamde 'scatterplots' uitgezet tegen een aantal geselecteerde abiotische variabelen (ZIE FIG.4.1L). Tevens zijn met de vegetatie-opnamen en de gegevens betreffende beheer, bodemchemie en waterstand numeriek-statistische analyses (CANOCO) uitgevoerd om de relatie tussen voorkomen van vegetatietypen en soorten enerzijds en abiotiek anderzijds vast te stellen. Daarbij zijn de gegevens van het Noord-Hollands Duinreservaat en Goeree/Schouwen afzonderlijk geanalyseerd, daar de dataset van het Noord-Hollands Duinreservaat de meeste variabelen bevatte.

Aan de hand van de resultaten van de scatterplots en de CANOCO-analyses zijn voor zover mogelijk lokale indicaties vastgesteld voor soorten binnen de vegetatietypen van het natte deel van de duinvalleien. Later zijn die indicaties mede gebruikt voor het vaststellen van de regionale indicaties (ZIE HST 3).

Bodemchemie

In Reggers-Sandervlak (ZIE FIG.4.1C) en in De Kil (ZIE FIG.4.1D EN 4.1E) is de pH in de zandige ondergrond hoog, evenals het kalkgehalte. Het kalkgehalte is meer dan 0,3%; dus volgens de systeemtypering van Grootjans et al. gaat het bij alle twee om een *kalkrijke vallei*. In de humeuze top laag zijn pH en kalkgehalte lager, maar de pH wordt blijkbaar toch zowel in de diepere als ondiepere bodemlaag door kalk gebufferd. Een uitzondering daarop vormen de ondiepe geno-

men monsters van niet-geplagde locaties in 1996 (kalkgehalte beneden de 0,3%). Er lijkt zowel op de geplagde als de niet-geplagde locaties sprake te zijn van een lichte ontkalking/uitloging in de periode 1991-1996¹²⁹, waarbij in 1996 op niet-geplagde locaties het kritische kalkgehalte voor buffering door bodemkalk werd bereikt.

Grondwaterchemie

Het grondwater in De Kil en Reggers-Sandervlak heeft een min of meer constant blijvende samenstelling.¹³⁰ De pH van het grondwater van de in De Kil en Reggers-Sandervlak onderzochte delen bevindt zich in het neutrale bereik en het is rijk aan calcium en bicarbonaat (ZIE FIG. 4.1F). Natrium- en chloridegehalten vertonen een ruime variatie. Dit kan worden toegeschreven aan verschillen ten aanzien van salt-spray (in tijd en ruimte) en neerslaghoeveelheden (in tijd). De (geringe) variaties in het sulfaatgehalte hangen waarschijnlijk samen met de wisselingen in grondwaterstanden en redoxpotentiaal. Bij hoge waterstanden ontstaan anaërobe omstandigheden en wordt sulfaat omgezet in sulfide. Bij lage waterstanden dringt zuurstof in de bodem en oxideert sulfide tot sulfaat.

Hydrologisch systeem

De hydrologie en hydrochemie van Reggers-Sandervlak zijn uitgebreid onderzocht¹³¹, die van De Kil niet. Gezien de geomorfologische overeenkomsten is vergelijkbaarheid aannemelijk. Maar in De Kil zijn inundatie en kwel waarschijnlijk zeldzamer; de drainagebasis bevindt zich daar op grotere diepte in de bodem.

Ten oosten van Reggers-Sandervlak en De Kil liggen hoge duinmassieven waar water inzigt, dat vervolgens als grondwater in de richting van de beide valleien, de zeeoep

FIG. 4.1F

Hydrochemische samenstelling van het grondwater in De Kil in 1992, 1994 en 1996 en in Reggers-Sandervlak in 1996 (Broersen, 1996 resp. De Haan et al., 1997).

| | RS-vlak 1996 | De Kil 1996 | De Kil 1992 | De Kil 1994 |
|--------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| pH | 7,1 | 7,0 | 7,3 | 7,3 |
| EGV (µS/cm) | 681 | 742 | 625 | 523 |
| Ca (mg/l) | 83 | 99 | 71 | 81 |
| Mg (mg/l) | 8,2 | 8,6 | 5,5 | 6,2 |
| Na (mg/l) | 37 | 33 | 64 | 34 |
| K (mg/l) | 2,9 | 1,7 | 3,5 | 2,2 |
| HCO ₃ (mg/l) | 248 | 290 | 200 | 244 |
| SO ₄ (mg/l) | 20 | 18 | 36 | 24 |
| Cl (mg/l) | 99 | 107 | 98 | 53 |
| N-NH ₄ (mg/l) | 0,40 | 0,10 | | |
| N-NO ₃ (mg/l) | 0,95 | 0,76 | | |
| P-PO ₄ (mg/l) | 0,12 | 0,02 | | |
| Fe (mg/l) | 0,60 | 0,52 | 0,06 | 0,36 |

en de zee stroomt. Tijdens zijn tocht door de grond wordt het water al gauw aan-gerijkt met calcium en bicarbonaat: het grondwater onderin het duinmassief is rijk aan calcium en bicarbonaat (CaHCO₃-typen; ZIE FIG. 4.1G).

Op jaarbasis overheerst in beide valleien in de meeste jaren wegzijging van water. Alleen in sommige, bijzonder natte, jaren treedt plaatselijk gedurende enkele maanden inundatie of kwel op (ZIE FIG. 4.1H EN 4.1I). In Reggers-Sandervlak zijn volgens H. Snater in vier jaren, in 1986, 1993, 1994 en 1995 inundaties waargenomen. Dan vormen zich in de winterperiode - soms ook in de zomer - met name aan de oost-

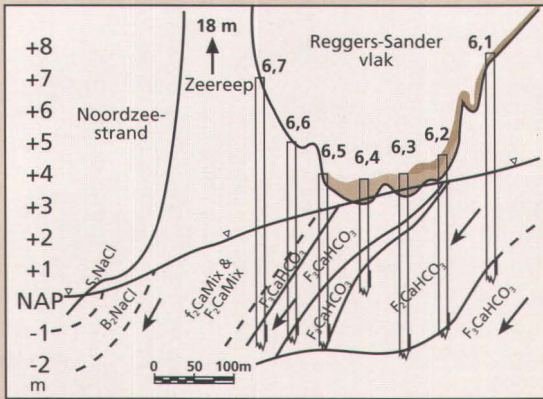
129 De Haan et al., 1997

130 Jansen, 1996

131 Stuyfzand, 1990

FIG. 4.1G

Hydrologisch en hydro-chemisch profiel van omstreeks 1980-1985 in een dwarsdoorsnede van Reggers-Sandervlak (naar Stuyfzand, 1990).



De doorsnede is loodrecht op de kust gemaakt en evenwijdig aan de grondwaterstroming. Nabij de zee is het grondwater zout, onder de vallei is het rijk aan calciumionen en bicarbonaat.

zijde van de vallei plassen. In de plassen aan de oostzijde duiden roestbruine randen en films van ijzerbacteriën op het uittreden van basen- en ijzerrijk grondwater vanuit lokale grondwatersystemen. In plassen aan de westzijde ontbreken deze verschijnselen. De ten opzichte van het duinmassief lage peilen van de Noordzee leiden in het westen, dicht bij de zee, tot wegzijging. De plassen in het westen worden overwegend gevuld met neerslagwater, maar door de in de ondergrond en stuifzand aanwezige kalk is het oppervlaktewater toch baserijk. Het veelvuldig voorkomen van oude Knopbiespollen aan de oostzijde van Reggers-Sandervlak duidt er nu nog op dat het milieu daar vroeger het meest gunstig was voor kieming van Knopbies. Dat wijst er op dat daar in het verleden plasvorming en kwel van grondwater veelvuldig moeten zijn voorgekomen. Gezien de hoogteverschillen van het landschap moet de flux van uittredend grondwater vroeger – vóór de periode van verdroging in de eerste helft van de 20ste eeuw - groot zijn geweest.

Ten aanzien van de meer recente waterstanden in Reggers-Sandervlak is nog te vermelden¹³², dat over een periode van verschillende jaren bekeken, de hoogste jaargrondwaterstanden aanzienlijk kunnen verschillen, terwijl de laagste grondwaterstanden van het jaar vrij dicht (48-67 cm onder het maaiveld) bijeen liggen (ZIE FIG. 4.1H). De Haan et al. (1997) trekken de conclusie dat er sprake is van een relatief ondiep gelegen drainagebasis onder deze vallei. Een stijging van de grondwaterstand wordt dan vooral veroorzaakt door veel neerslag, en niet door een versterkte aanvoer van grondwater. In De Kil is de drainagebasis veel dieper in de grond gelegen. In de totale meetperiode zijn de totale bandbreedtes van de duurlijnbundels (ZIE FIG. 4.1I) voor de verschillende buizen vrij constant over het gehele overschrijdings-traject (ca. 60-90 cm).

De vegetatie vroeger en nu

In Reggers-Sandervlak kwamen in 1964¹³³ nog grote velden Knopbies voor, met daarin plaatselijk duizenden exemplaren van

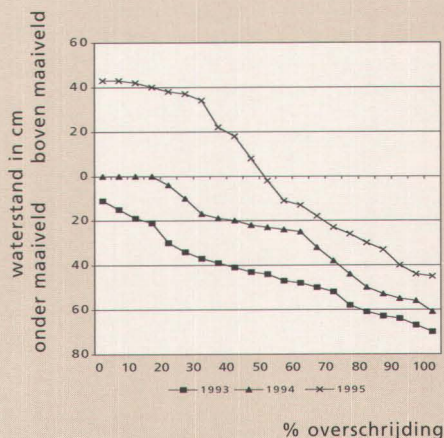
Parnassia, honderden van Bonte paardestaart (*Equisetum variegatum*) en Slanke gentiaan (*Gentianella amarella*) en bovendien tientallen van Veldgentiaan (*Gentianella campestris*) en Moeraswespenorchis (*Epipactis palustris*).

In 1976 bleek dat de vegetatie achteruit was gegaan, maar dat de kenmerkende soorten nog steeds voorkwamen.¹³⁴ In 1982 is de vallei opnieuw gekarteerd en toen kwam naar voren dat de lage delen grotendeels verruigd waren. Op plagplekken, gemaaide delen, bomtrechters en paden werden -en worden nog steeds vertegenwoordigers gevonden van het Knobbies-verbond en het Dwergbiezen-verbond. De vallei is echter grotendeels sterk vergrast en verruigd met Duinriet, Pijpestrootje, Kruiplwilg, Dauwbraam en Duindoorn, terwijl her en der groeiende oudere pollen van Knobbies overblijfsels zijn uit het verleden.

Bij het onderzoek naar indicatorsoorten van natte duinvalleien van het Renodunaal werden van Reggers-Sandervlak en De Kil de relatie tussen milieu en vegetatie nader onderzocht voor gemeenschappen van Knobbies-associatie en overgang Knobbies-verbond/ Dauwbraamstruweel [Klasse der Sporcken- Wilgenbroekstruwelen]¹³⁵ (op niet gemaaide en niet geplagde plaatsen); een pioniervegetatie met Zomprus (op geplagde plaatsen); RG Duinriet [Klasse der kleine zeggen] (op niet gemaaide en niet geplagde plaatsen), enige slecht ontwikkelde vegetaties van de Klasse der kleine

FIG. 4.1H

Duurlijnbundel van de grondwaterstand van buis 1 in Reggers-Sandervlak in 1993-1995 (naar De Haan et al. 1997).



De buis staat in een niet-geplagd deel (zie Fig.4.1A). In de geplagde strook is het maaiveld met 15 cm verlaagd en daar staat het water dus ca. 15 cm minder diep onder het maaiveld dan in het ongeplagde deel.

Een duurlijn geeft het aantal dagen weer (of het jaarlijkse percentage van dagen) waarop een bepaalde grondwaterstand binnen een jaar wordt overschreden. Uit een duurlijnen kan bijvoorbeeld de hoogste, laagste en gemiddelde grondwaterstand worden afgelezen.

132 De Haan et al., 1997

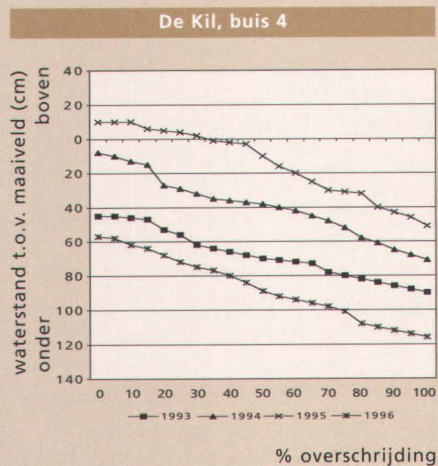
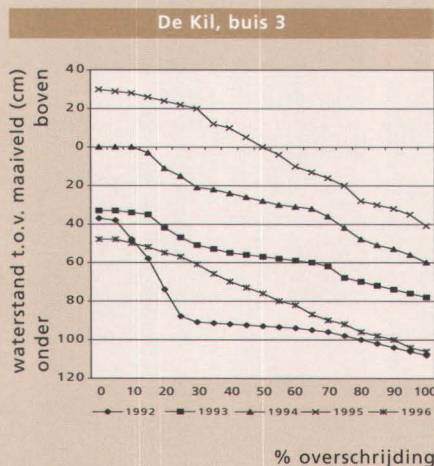
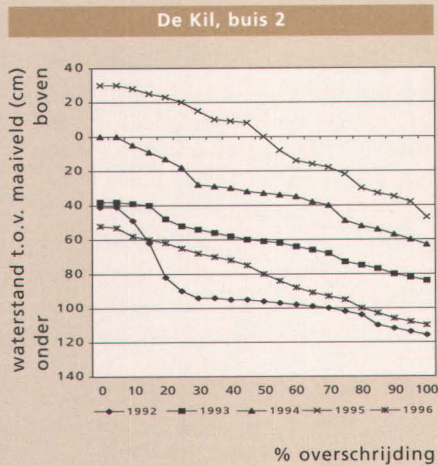
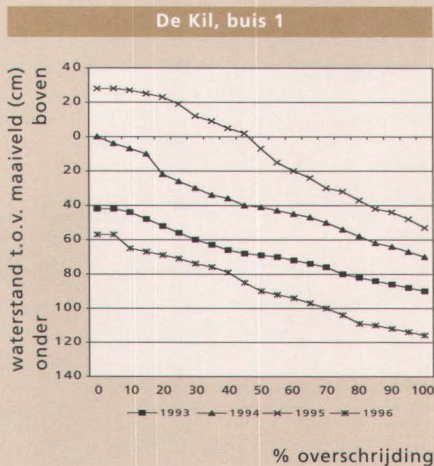
133 Doing, 1964

134 Pruyt, 1984

135 Volgens de vegetatietypologie van Staatsbosbeheer. De vegetaties met Knobbies en kleine Zeggen blijken floristisch niet scherp begrensaar en overgangen ertussen verlopen heel geleidelijk.

FIG. 4.11

Duurlijnbundels van de grondwaterstand van 4 buizen in De Kil in 1993-1996 (naar De Haan et al. 1997).



De buizen staan in een niet-geplagd deel (ZIE FIG. 4.1A). In de geplagde strook is het maaiveld met 15 cm verlaagd en daar staat het water dus ca. 15 cm minder diep onder het maaiveld dan in het ongeplagde deel.

Zeggen (op niet gemaaide en niet geplagde plaatsen) en diverse overgangen van de Klasse der kleine Zeggen naar de Klasse der droge graslanden op zandgrond (sommige gemaaid of geplagd, andere niet).

De Kil was in de Tweede Wereldoorlog in gebruik als aardappelakker. Daarna heeft zich op de hoger gelegen delen van de vallei een soortenarme RG van Duinriet ontwikkeld met veel Dauwbraam en Duindoorn. In de laagste delen komt Riet voor. Men kon en kan er tevens vegetaties met Knopbies aantreffen. In de lagere delen zijn ook soorten algemeen die optimaal groeien in vegetaties van het Biezeknoppen-Pijpestrootjes-verbond. Dit zijn bijv. Ruw walstro en Pijpestrootje.

In het natte jaar 1995 zijn diverse soorten die in de periode 1991-1994 regelmatig voorkwamen en wezen op droge omstandigheden, verdwenen. Het gaat onder andere om soorten van de Klasse der droge graslanden op zandgrond zoals Fijn schapegras, Rood zwenkgras en Duinzwenkgras, Zandpaardebloem, Veldbeemdgras en Gewone veldbies. In plaats daarvan treden soorten die nattere omstandigheden aangeven naar voren. Het betreft soorten van de Klasse der kleine Zeggen zoals Zeegroene zegge en Drienervige zegge. Deze verschuivingen zijn zowel een gevolg van het natte jaar als van de maaiveldverlagingen door het plaggen, maar inhoeverre het om tijdelijke veranderingen gaat, is onduidelijk.

De relatie tussen vegetatie en milieu

De verschillende vegetatietypen waartoe de opnamen zijn gerekend, blijken in de CANOCO-ordinatie goed gescheiden te worden, behalve daar waar het 'floristisch zeer verwante' vegetatietypen betreft. De conclusies die de CANOCO-biplot oplevert, komen voor een belangrijk deel overeen met de conclusies die uit de scatterplots getrokken kunnen worden. Verschillen

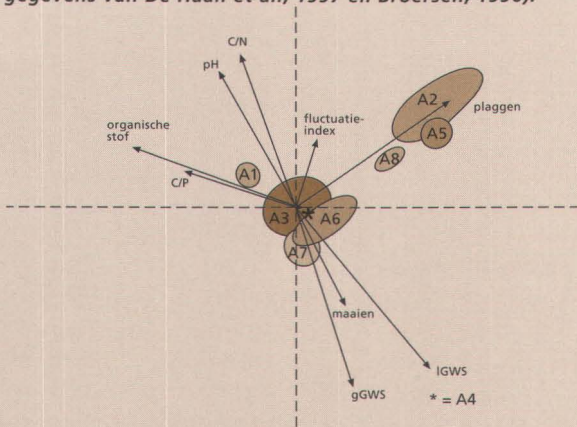
tussen de pH en vochtgehalte van de standplaatsen van diverse gemeenschappen, komen via de scatterplots gedetailleerder in beeld dan via de biplot (ZIE FIG. 4.1L, PAG. 142). Er zijn vier CANOCO-analyses uitgevoerd met verschillende sets van variabelen.

De CANOCO-analyses maken relaties tussen de geanalyseerde variabelen o.a. zichtbaar met behulp van een matrix met correlatiecoëfficiënten. Bij een analyse van een volledige variabelenset bevestigt het CANOCO-resultaat meestal 'vanzelfsprekende', heel duidelijke correlaties; en dat is ook het geval bij Reggers-Sandervlak en De Kil. Zo blijkt bijv. dat het plaggen in de duinvalleien negatief is gecorreleerd met het gehalte aan organische stof en positief met de inundatieduur. Dit is niet verwonderlijk, aangezien bij het plaggen het overgrote deel van de aanwezige hoeveelheid organische stof wordt verwijderd en het maaiveld zo'n 15 cm wordt verlaagd. Dat uit de CANOCO-matrix naar voren komt dat gemaaide plekken droger zijn dan de niet gemaaide, is echter een merkwaardig gegeven dat te verklaren valt uit de situering van de proefvlakken. (Maaien leidt dus niet tot drogere omstandigheden.)

Uit een grafisch beeld (een 'biplot') van een van de CANOCO-analyses, van de vegetatietypen en de meest volledige variabelenset (ZIE FIG. 4.1J), blijkt dat de Knopbies-associatie, de overgang Knopbies-associatie/ Dauwbraamstruweel en de pioniervegetatie met Zomprus onder relatief natte en basenrijke omstandigheden voorkomen. De Knopbies-vegetaties vinden we echter op standplaatsen met een organische toplaag in de bodem en met een hogere C/P-ratio. De pioniervegetatie met Zomprus is daarentegen strikt gebonden aan geplagde plaatsen. Relatief droge plekken zijn gecorreleerd met de rompgemeenschappen met Duinriet.

FIG. 4.1J

Grafisch beeld (biplot) van de CANOCO-analyse van de vegetatietypen en 'meest volledige variabelenset' van Reggers-Sandervlak en De Kil (CCA; gegevens van De Haan et al., 1997 en Broersen, 1996).



- Vegetatietypen (OV = overgang, RG = rompgemeenschap, AS = associatie):
- A1 OV Knobbies-AS/Dauwbraamstruweel (en mogelijk Knobbies-AS)
 - A2 pioniervegetatie met Zomprus op plagplaatsen
 - A3 RG Duinriet [Klasse der kleine zeggen]
 - A4 OV Knobbies-AS/RG Duinriet [Klasse der droge graslanden op zandgrond]

- A5 pioniervegetatie op plagplaatsen, met Riet/Duinriet/Dauwbraam
- A6 RG Duinriet [Klasse der droge graslanden op zandgrond], met Watermunt/Drienvrige zegge
- A7 RG Duinriet [Klasse der droge graslanden op zandgrond]
- A8 pioniervegetatie op plagplaatsen, met Zandzegge/Akkerdistel/Dauwbraam

C/P-ratio, C/N-ratio, gehalte aan organische stof, en pH(H₂O) hebben betrekking op de toplaag van de bodem (0-10 cm onder het maaiveld, 17 monsterplekken). De gemiddelde grondwaterstand is aangegeven met gGWS en IGWS is de 'laagste' grondwaterstand, d.w.z. de maximale diepte van de grondwaterspiegel onder het maaiveld. De pijlen voor IGWS en gGWS duiden in de richting van diepere grondwaterstanden onder het maaiveld.

Belangrijke factoren die de horizontale as bepalen, zijn het gehalte aan organische stof en de C/P-ratio van de bovenste bodemlaag. Beide assen worden verder in belangrijke mate bepaald door de laagste grondwaterstand. De vegetatietypen die

gebonden zijn aan een relatief hoog gehalte aan organische stof en C/P-ratio staan meer naar links in het figuur. Vegetatietypen van standplaatsen waar de grondwaterstand in de zomer nooit diep in de grond wegzakt, staan boven en met name linksboven in het figuur. Belangrijke factoren die de verticale as bepalen zijn verder de gemiddelde grondwaterstand, de C/N-ratio en ook de pH(H₂O). Vegetatietypen die in het bovenste deel van het figuur zijn geplaatst, zijn gebonden aan een relatief hoge C/N-ratio en relatief hoge pH en bovendien aan een relatief hoge gemiddelde grondwaterstand.

ZIE OOK DE TEKST OP PAG. 139

Plantensoorten en milieu

Een biplot van een andere CANOCO-analyse (ZIE FIG. 4.1K) illustreert de relatie tussen afzonderlijke plantensoorten en milieucondities.

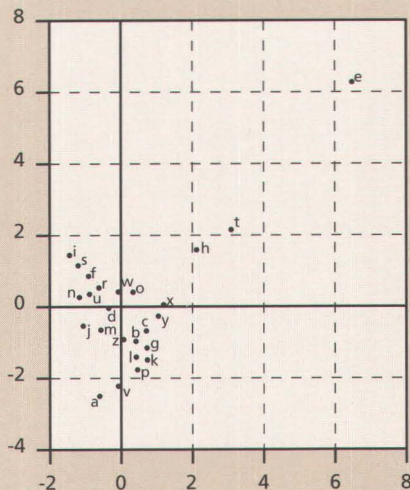
In de rechter bovenhoek van het figuur zijn soorten gelokaliseerd van relatief natte, relatief basische omstandigheden en een minerale bodem die al dan niet een gevolg is van plagbeheer. Het gaat hierbij om onder andere (e) = Geelgroene en Dwergzegge & Ruw vergeet-mij-nietje; (t) = Riet en (h) = Akkerdistel.

In de linker bovenhoek van het figuur zijn soorten geplaatst die in de beide valleien voorkomen onder relatief vochtige, relatief basische omstandigheden en op een organische bodem groeien, o.a. (i) Kale jonker, Bosaardbei & Grote tijm en (s) Pijpestrootje en Knobbies.

Onder in het figuur is een grote groep van soorten te zien die voorkomen onder relatief droge, relatief zure, omstandigheden, bij een lage C/N-ratio en een intermediair gehalte aan organische stof. Soorten van de uitersten van dit milieu zijn (a) Gewoon dikkopmos en (v) Vijfvingerkruid. Uit deze groep is (j) Tandjesgras een soort van meer organische bodems, terwijl (y) Zandpaardebloem op meer minerale bodems groeit. Centraal in het figuur, net boven de horizontale as, zijn soorten te zien van licht vochtige omstandigheden met een pH van rond de 7 en een intermediaire C/N-ratio. Dit zijn (o) Duindoorn en (w) Dauwbraam. Daarbij wijzen (x) Kruiwilg en (n) Groot veenvedermos op respectievelijk lage en hoge gehalten aan organische stof.

FIG. 4.1K

Grafisch beeld (biplot) van de CANOCO-analyse van de plantensoorten en 'meest volledige variabelenset' van Reggers-Sandervlak en De Kil (CCA; gegevens van De Haan et al., 1997 en Broersen, 1996).



a = Gewoon dikkopmos, b = Duinriet & Veldbeemdgras & Groot laddermos & Mannetjesereprijs, c = Zandzegge & Ruw walstro, d = Zeegroene zegge & Rood en Duinzwengkras, e = Dwergzegge (cf.) & Ruw vergeet-mij-nietje, f = Blauwe zegge, g = Drienvrige zegge, h = Akkerdistel, i = Kale jonker & Bosaardbei & Grote tijm, j = Tandjesgras, k = Gewoon gaffeltandmos, l = Snavelmos, m = Fijn schapegras cf., n = Groot veenvedermos, o = Duindoorn, p = Gewoon klauwtjesmos, r = Watermunt, s = Pijpestrootje & Knobbies, t = Riet, u = Tormentil, v = Vijfvingerkruid, w = Dauwbraam, x = Kruiwilg, y = Zandpaardebloem, z = Ruig viooltje

ZIE OOK DE TEKST HIERNAAST

FIG. 4.1L

Scatterplots met daarin uitgezet vegetatietypen van duinvalleien in het Renodunaal district tegen verschillende abiotische variabelens.

Scatterplots kunnen dienen om de relatie tussen het voorkomen van vegetatietypen en abiotische variabelen gedetailleerd te illustreren. Het basisrapport van deel 7 van de indicatorenserie bevat 25 scatterplots.

De lokaal onderscheiden vegetatietypen van het Noord-Hollands Duinreservaat, Goeree en Schouwen zijn in elke plot gezamenlijk uitgezet tegen een abiotische variabele. Doordat voor ieder van de drie gebieden een apart teken is gebruikt, kan zowel voor alle gebieden samen als voor elk gebied apart het bereik van ieder vegetatietype en iedere variabele en het aantal metingen worden afgelezen. De abiotische variabelen behandelen:

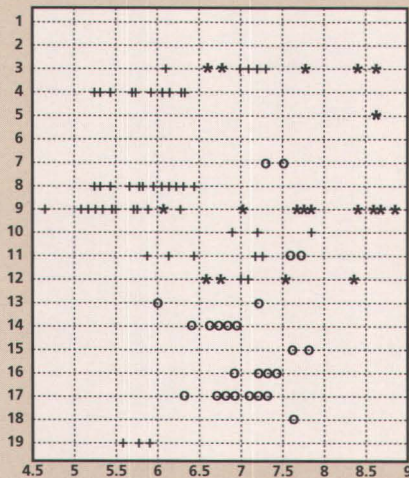
- de bodemchemie op 0-10 cm onder het maaiveld: pH(H₂O), kalkgehalte, gehalte aan organische stof, C/N, C/P, N-totaal, P-totaal, P-ox en P-water.
- de bodemchemie op 40-50 cm onder het maaiveld: pH(H₂O), kalkgehalte, gehalte aan organische stof, C/N, C/P, N-totaal en P-totaal.

- het grondwaterregime over het jaar gezien: gemiddelde, mediane, hoogste, laagste waterstand; inundatie-duur, fluctuatie-index en amplitude. De term 'fluctuatie-index' is gebruikt in verband met korte-termijn fluctuaties tussen de twee-wekelijkse metingen in. De term 'amplitude' is gebruikt om de fluctuatie binnen een jaarperiode aan te geven.
- de grondwaterchemie op 75 cm diepte en dieper onder het maaiveld: pH, bicarbonaat- en chloride-gehalte en EGV.

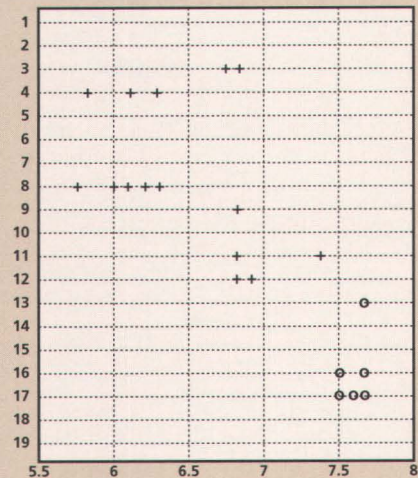
In dit boek worden vier scatterplots bij wijze van voorbeeld weergegeven:

- pH(H₂O) van de bodem (op 0-10 cm onder het maaiveld) versus vegetatietypen,
- pH(H₂O) van de bodem (op 40-50 cm onder het maaiveld) versus vegetatietypen,
- gemiddelde waterstand versus vegetatietypen
- EGV van diep grondwater (≥75 cm) onder het maaiveld versus vegetatietypen.

pH-H₂O bodem (0-10 cm)



pH-H₂O bodem (50 cm)



- 1 AS van Waterpunge & Oeverkruid
- 2 As van Ongelijkbladig fonteinkruid
- 3 AS van Strandzuizendguldenkruid & Krielparnassia
- 4 Draadgentiaan-AS
- 5 RG Padderus [Verbond der grote zeggen]
- 6 RG Fioringras [Zilverschoon-verbond]
- 7 pioniervegetatie op plagplaatsen, met Zomprus
- 8 RG Zwarte zegge/Moerasstruisgras
[Verbond van Zwarte zegge]
- 9 AF van AS van Drienerve & Zwarte zegge en
AS van Drienerve & Zwarte zegge *
- 10 DG Riet [Parv/Zilverschoon-verbond]
- 11 NHD: OV Knobbies-AS/Dauwbraamstruweel en
Goeree: Knobbies-AS/RG Zeegroene zegge [CDav]
- 12 Goeree: OV [Parv/CDav] en Schouwen: OV CDav/AS
van Drienerve & Zwarte zegge; NHD CDav(?)
- 13 OV Knobbies-AS/RG Duinriet [KCor]
- 14 RG Duinriet [Parv]
- 15 pioniervegetatie op plagplaatsen,
met Duinriet/Riet/Dauwbraam
- 16 RG Duinriet [KCor/Parv]
- 17 RG Duinriet [KCor]
- 18 pioniervegetatie op plagplaatsen, met Zandzegge/
Akkerdistel/Dauwbraam
- 19 RG Fijn schaapegras [Klasse der droge graslanden
op zandgrond] **

* volgens de vegetatietypologie van Staatsbosbeheer omvatten beide typen zowel de AS van Drienerve & Zwarte zegge als de RG Zwarte zegge/Moerasstruisgras; het onderscheid dat in het basisrapport is gemaakt is hier niet te vertalen naar die typologie

** volgens de vegetatietypologie van Staatsbosbeheer maakt dit type deel uit van RG Gewoon struisgras/Gewoon biggekruid [Klasse der droge graslanden op zandgrond]

Parv Klasse der kleine zeggen

CDav Knobbies-verbond

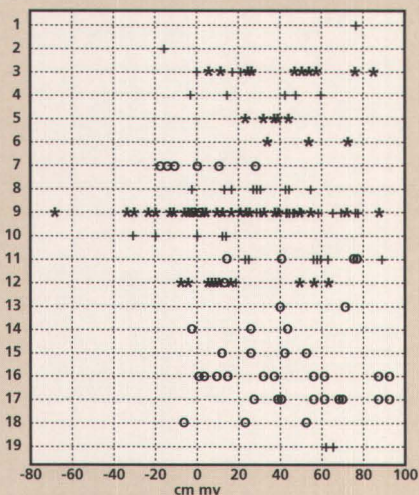
KCor Klasse der droge graslanden op zandgrond

o data Noord-Hollands Duinreservaat (NHD, Reggers-Sandervlak, De Kil)

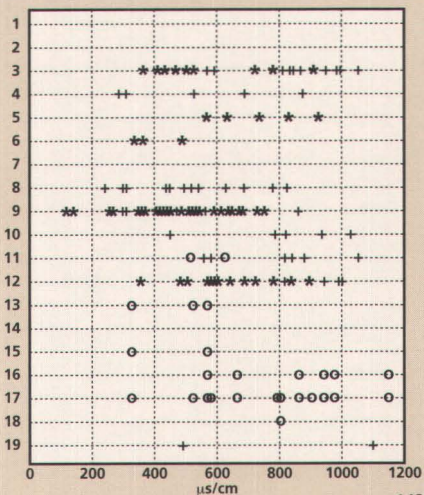
+ data Goeree

* data Schouwen

gemiddelde grondwaterstand



EGV diep grondwater (≈ 75 cm)



4.2 Valleien op Schouwen en op Goeree ¹³⁶

*Het onderzoeksgebied op Schouwen*¹³⁷

Het grootste deel van de kop van Schouwen (Staatsnatuurmonument) is eigendom van Staatsbosbeheer. Binnen de duinen van Schouwen zijn drie locaties gebruikt in deze studie naar indicatorsoorten (ZIE FIG. 4.2A): Meeuwenduinen, Verklikkerduinen en Zeepeduinen. De Zeepeduinen (rondom Het Zeepe) rijken terug tot in de 12de eeuw en dit gebied is diep ontkalkt. De Verklikkerduinen zijn gevormd door verstuivingen tijdens het eind van de 16de eeuw. De Meeuwenduinen, met tot bijna 40 meter hoge toppen, zijn omstreeks 1750 ontstaan toen enorme zandmassa's vanuit de zee landinwaarts stoven. De loopduinen van Schouwen werden vanaf ongeveer 1930 vastgelegd. Tot rond 1960 kwamen er nog plaatselijk verstuivingen voor.

Het duingebied van Schouwen heeft een tijdlang geleden onder verdroging. In de periode 1923-1941 werd in het zuidwestelijk deel een 400 ha groot bos van dennen aangeplant. Dit naaldbos heeft plaatselijk substantieel bijgedragen aan het verlagen van de grondwaterstanden. Verder vond vanaf 1930 waterwinning plaats in het duingebied van Schouwen. Vanaf 1960 nam de verblijfsrecreatie sterk toe, waardoor de vraag naar drinkwater sterk groeide. Doordat aldoo meer water werd gewonnen, verdroogde het duingebied in een hoog tempo. Behalve waterwinning en bosaanplant heeft ook een 'verbeterde' ontwatering van de binnenduinen bijgedragen aan de verdroging. In de periode 1976-1978 bereikte de verdroging een maximum. Toen kwam de kentering. In 1978 begon men met infiltratie van (min of meer vervuild) oppervlaktewater uit het Haringvliet in een tweetal infiltratievijvers, terwijl de onttrek-

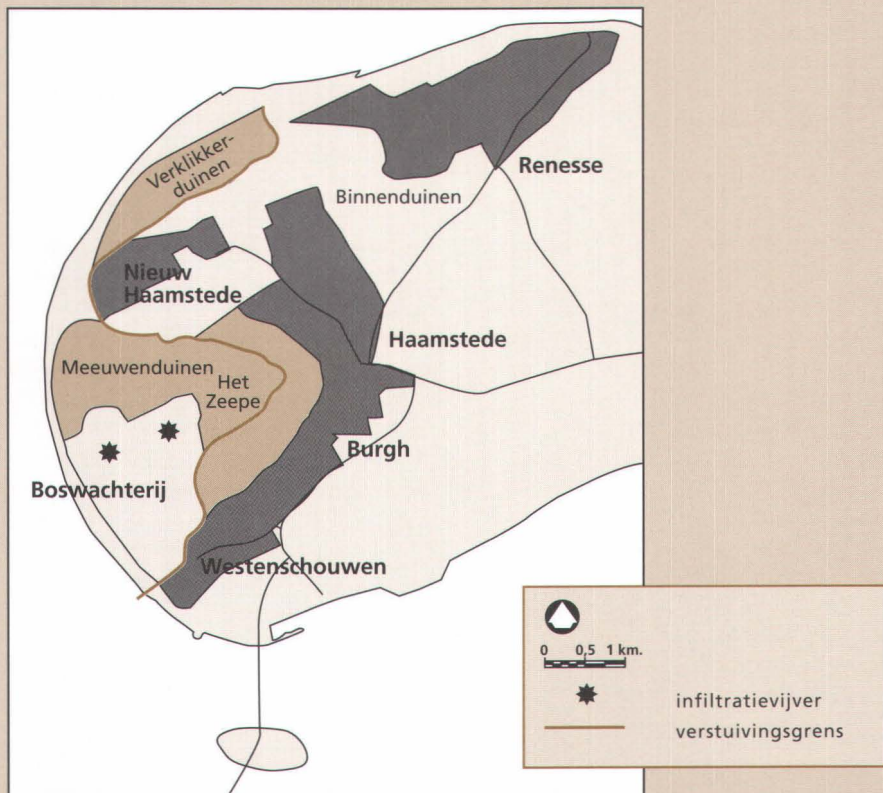
king van natuurlijk grondwater werd gehalveerd.

De grondwaterstanden zijn na 1978 structureel hoger dan in de jaren ervoor. In de Zeepeduinen hebben toen stijgingen van de freatische grondwaterstand in de orde van 60 tot 80 cm plaatsgevonden. De Verklikkerduinen (ZIE FIG. 4.2B) worden na 1978 niet meer door waterwinning beïnvloed. Het verloop in het figuur is representatief voor de veranderingen in de grondwaterpiegels van 1977-1989 in de Schouwse duinvalleien. In 1989-1992 is opnieuw een daling van grondwaterpiegels waargenomen (ZIE FIG. 4.2C; PAG. 165).

De stijging van grondwaterstanden na 1978 zorgde ervoor dat diverse verdroogde valleien weer onder invloed kwamen van (schoon) freatisch grondwater. De grondwaterstandstijgingen vonden nogal plotse plaats en hebben niet meteen geleid tot een toename van de botanische natuurwaarde van het gebied; er is in eerste instantie een verruiging en een afname aan plantensoorten opgetreden. In de valleien die het onderwerp van deze studie naar indicatorsoorten werden, komen hoofdzakelijk vegetaties voor behorend tot het Knopbies-verbond (incl. overgangen naar diverse rompgemeenschappen), tot de Associatie van Drienervege & Zwarte zegge en tot de RG Zwarte zegge/Moerasstruisgras [Verbond van Zwarte zegge].¹³⁸ Binnen deze plantengemeenschappen groeien soms soorten die kenmerkend zijn voor de Draadgentiaan-associatie en de Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia. Tussen 1980-1990 is men begonnen met het treffen van tal van beheermaatregelen in de vorm van grazen, maaien, kappen van bosopslag en plaggen, teneinde de hoeveelheid organisch materiaal te verminderen. De geschiedenis van het beheer is niet altijd duidelijk per plek gedocumenteerd.

FIG. 4.2A

Kaart van de Schouwse duinen, met de onderzoekslocaties Meeuwenduinen, Verklikkerduinen en Zeepeduinen (rond het Zeepe).



Het onderzoeksgebied op Goeree

De Oost- en Middelduinen die ten noordoosten van Ouddorp op Goeree liggen (ZIE FIG. 4.2C), beslaan ongeveer 100 ha. Het gebied bestaat uit kopjesduinen met daartussen veel kleine duinvalleien. Eigenaar en beheerder is Delta Nutsbedrijven (DELTA), die in het gebied drinkwater wint. Sinds 1946 wordt hier grondwater onttrokken aan het 1e watervoerende pakket (dat bevindt zich op circa 5-40 m onder het maaiveld). Sinds 1954 vindt er infiltratie van oppervlaktewater via sloten plaats

(zogenoemde open infiltratie). Eerst werd polderwater geïnfiltreerd, maar sinds 1972 gebruikt men hiervoor water uit het Haringvliet. De Oost- en Middelduinen grenzen aan diep ontwaterde landbouwgronden.

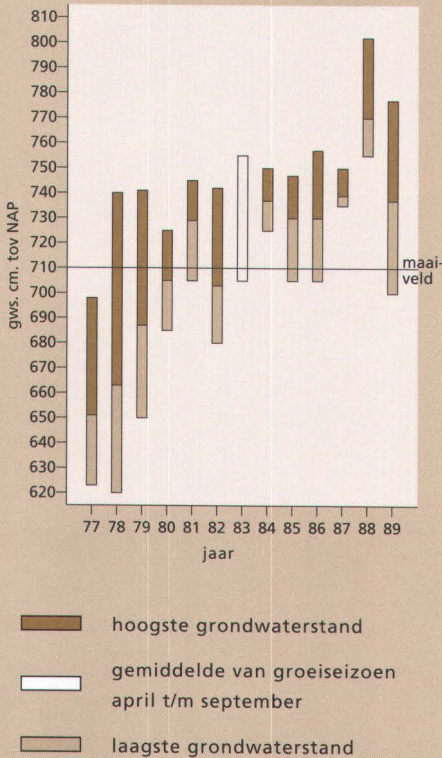
136 Het corresponderende hoofdstuk in het basisrapport is tot stand gekomen met medewerking van M. Annema (NV DELTA Nutsbedrijven) en J. Beijersbergen (Provinciale Waterstaat Zeeland).

137 naar Beijersbergen, 1991

138 zie voetnoot 135.

FIG. 4.2B

De freatische grondwaterstanden in de Verklikkerduinen in de periode 1977-1989 (naar Beijersbergen 1991).



Bij dit onderzoek zijn in de Oost- en Middelduinen van Goeree vier valleien in detail bestudeerd: Meinderswaalvallei, Knopbiesvallei, Ijsbaanvallei en Kievitsvallei (ZIE FIG. 4.2c). Maar er zijn nog een aantal andere valleien bij de studie betrokken; deze zullen in deze publicatie verder worden aangeduid met 'referentievalleien OBN-extra'. Het gaat daarbij om vijf vochtige en een natte vallei in de Middelduinen.

Sinds 1990 kunnen Charolais-runderen in het gebied grazen. In de referentievalleien OBN-extra (ontkalkte valleien; ZIE FIG. 4.2d) is een breed scala van beheersmaatregelen uitgevoerd, o.a. niets doen en plaggen. In het natte en vochtige deel van deze valleien zijn vooral aanwezig: Associatie van Drienervige & Zwarte zegge en RG Zwarte zegge/Moerasstruisgras [Verbond van Zwarte zegge] hier en daar gecombineerd met soorten van de Draadgentiaan-associatie. Meinderswaalvallei, Knopbiesvallei, Ijsbaanvallei en Kievitsvallei zijn in de periode van 1988-1995 voor een groot deel eenmalig geplagd of gemaaid met een Spragelse combiwagon.

Selectie en verwerking van gegevens

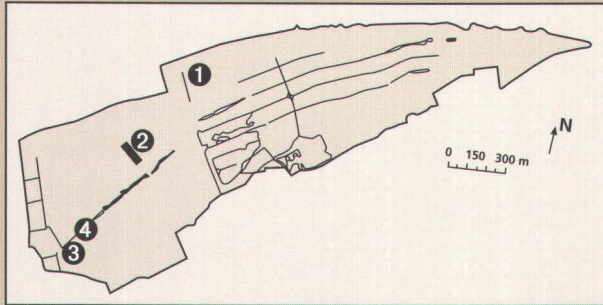
Veel data zijn verstrekt door J. Beijersbergen en J. Vermue (Provinciale Waterstaat Zeeland) en door M. Annema (DELTA Nutsbedrijven).¹³⁹ De gegevens van de Oost- en Middelduinen op Goeree zijn grotendeels afkomstig uit 'Eindrapport fase 2. Monitoring Overlevingsplan Bos en Natuur' en uit een rapport over de effecten van het plaggen in twee duinvalleien in de Middelduinen.¹⁴⁰ Voor meer informatie over de variabelen, meet- en monsterplekken zie de figuren bij deze paragraaf. De gebruikte gegevens zijn als volgt samen te vatten:

¹³⁹ Deels zijn die gegevens ontleend aan een rapport: Beijersbergen, 1991

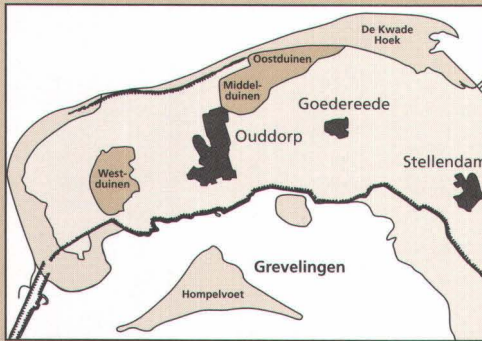
¹⁴⁰ De Haan et al., 1997 en De Haan et al., 1996

FIG. 4.2C

Kaarten van Goeree en de onderzoekslocaties in de Oost- en Middelduinen.



- (1) Meinderswaalvallei
- (2) Knopbies-vallei
- (3) Ijsbaanvallei
- (4) Kievitsvallei



- 150 vegetatieopnamen. Voor Schouwen gaat het om 59 opnamen die gemaakt zijn in de periode 1980-1992. De 91 opnamen van Goeree zijn gemaakt in de periode 1990-1998.
- Een aantal waterstandsmetingen en grafieken met duurlijnbundels en afgeleide variabelen zoals inundatieduur, gemiddelde stand en fluctuatie-index voor Schouwen uit de periode van 1980-1992 en voor Goeree uit de periode 1992-1996.
- Chemische analyse van bodemonsters van een aantal monsterplekken. De monsters van Schouwen zijn genomen in 1980 en 1983 en die van Goeree in 1991, 1993, 1995. De meeste monsters zijn genomen op 0-10 cm onder het maaiveld. In Goeree zijn in 1991 & 1995 ook enkele monsters genomen op 40-50 cm onder het maaiveld. De Schouwse monsters van 1980 hebben niet alleen maar betrekking op de toplaag van 0-10 cm, maar nadere aanduidingen ontbreken.
- Chemische analyse van grondwatermonsters van een aantal monsterplekken. De monsters van Schouwen zijn genomen in de periode van 1980-1992 en die van Goeree in 1991-1993, 1995 en 1996. Bij Goeree gaat het om grondwater op 50 cm respectievelijk 1,2 m onder het maaiveld. De watermonsters in Schouwen zijn genomen op dieptes van ongeveer 1 tot 2 m onder het maaiveld.

FIG. 4.2D

Chemische samenstelling van de bodem in de 'referentievaleien OBN-extra' van Goeree in 1995 (naar De Haan et al., 1997).

| | natte vallei (1) | vochtige valleien (5) |
|------------------------------------|---|-----------------------|
| diepte (cm onder maaiveld) | 10 | 10 |
| aantal monsters | 2 | 10 |
| <i>variabelen</i> | <i>gemiddelde +/- standaarddeviatie</i> | |
| A-cijfer (g H ₂ O/100g) | 32 ± 2 | 45 ± 11 |
| pH-H ₂ O | 6,2 ± 0,1 | 5,7 ± 0,3 |
| pH-KCl | 5,0 ± 0,1 | 5,0 ± 0,3 |
| EC ₂₅ (µS/cm) | 40 (n=1) | 157 ± 22 (n=5) |
| CaCO ₃ (g/100g) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 ± 0,0 |
| org.stof (%) | 0,4 ± 0,3 | 3,8 ± 1,2 |
| C in org.stof (%) | | 48 ± 10 |
| CEC (meq/100g) | 3,4 ± 0,6 | 11,4 ± 4,2 |
| som kat, (meq/100g) | 1,0 ± 0,1 | 6,2 ± 2,2 |
| basenverzadiging (%) | 29 ± 2 | 68 ± 54 |
| H-bezet, (meq H/100g) | 4,1 ± 0,2 | 6,2 ± 0,6 |
| Ca (mg/100g) | 17 ± 1 | 110 ± 43 |
| Mg (mg/100g) | 1,4 ± 0,2 | 5,3 ± 1,5 |
| Na (mg/100g) | 0,6 ± 0,1 | 3,6 ± 1,4 |
| K (mg/100g) | 0,9 ± 0,2 | 5,3 ± 1,5 |
| N _{totaal} (mg/100g) | 15 ± 7 | 224 ± 74 |
| NH ₄ -N (mg/100g) | 0,38 (n=1) | 1,61 ± 0,36 (n=5) |
| NO ₃ -N (mg/100g) | 0,05 (n=1) | 0,08 ± 0,01 (n=5) |
| P _{totaal} (mg/100g) | 4,8 ± 2,9 | 15,9 ± 4,2 |
| P _{oxy} (mg/100g) | 2,7 ± 0,4 | 3,7 ± 0,7 |
| PAI (mg/100g) | 1,1 (n=1) | 1,2 ± 0,3 (n=5) |
| P _{water} (mg/100g) | 0,07 ± 0,01 | 0,17 ± 0,07 |
| C:N | | 8,2 ± 1,0 |

FIG. 4.2E

Chemische samenstelling van de toplaag van de bodem in Schouwse duinvalleien.

| | pH_H ₂ O | pH_KCL | CaCO ₃ (%) | Organische stof (%) | N_TOT mg/100g | P_TOT mg/100g | P_water- oplosbaar mg/100g |
|----|---------------------|--------|--------------------------|------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|
| V1 | 6.6 | 5.9 | 0.05 | 1.53 | 37.5 | 9.3 | 0.24 |
| V2 | 7.9 | 7.9 | 0.38 | 2.48 | 90.3 | 9.6 | 0.58 |
| Z1 | 7.7 | 7.3 | 1.09 | 2.85 | 77.8 | 8.4 | 0.26 |
| Z2 | 8.2 | 8.0 | 2.71 | 4.48 | 94.5 | 9.1 | 0.22 |
| Z3 | 6.0 | 4.8 | 0.05 | 2.37 | 53.0 | 11.1 | 0.68 |
| Z4 | 8.2 | 8.1 | 1.03 | 1.19 | 47.0 | 6.1 | 0.17 |
| Z5 | 7.7 | 7.2 | 0.05 | 1.12 | 29.5 | 5.0 | 0.19 |
| M1 | 8.8 | 9.0 | 3.96 | 2.21 | 15.0 | 6.7 | 0.44 |
| M2 | 8.6 | 8.7 | 4.49 | 3.45 | 28.0 | 8.3 | 0.54 |

V1-V2:

Verklikkerduinen,
gemiddelden van
1980 & 1983

Z1-Z5:

Zeepeduinen,
gemiddelden van
1980 & 1983

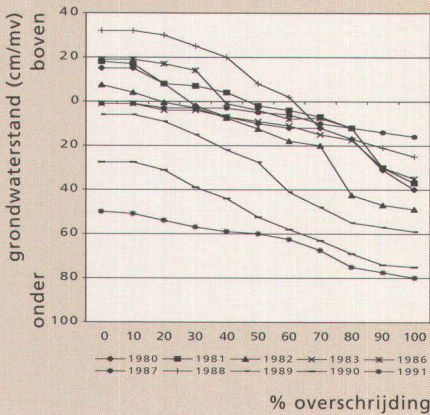
M1-M2:

Meeuwenduinen, 1980

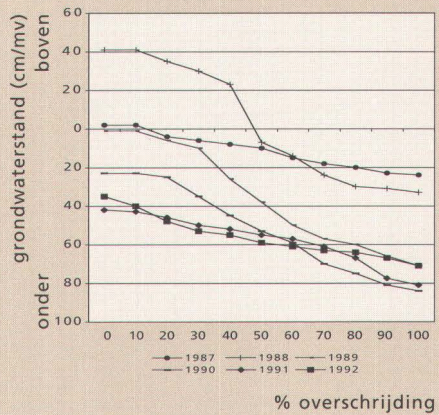
FIG. 4.2F

Duurlijnbandel van de grondwaterstand in valleien van Verklik-kerduinen en Meeuwenduinen op Schouwen (metingen van 15 januari t/m 15 december; naar Den Ouden & Jalink, 1995). ZIE OOK FIG.4.1H.

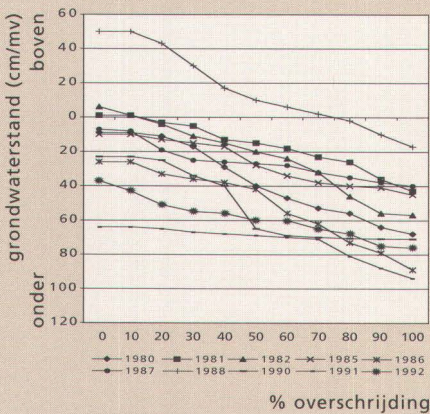
Verklikkerduinen, meetpunt 12300100



Verklikkerduinen, meetpunt 12300300



Meeuwenduinen, meetpunt 12200100



Meeuwenduinen, meetpunt 12200400

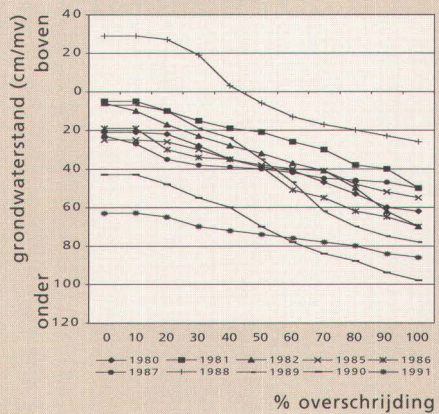
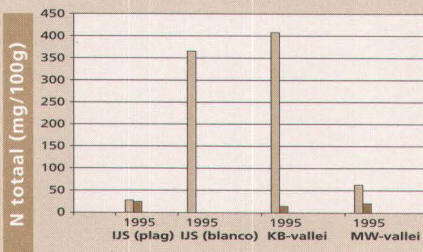
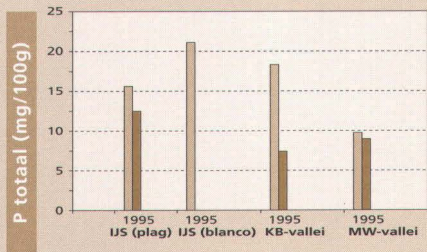
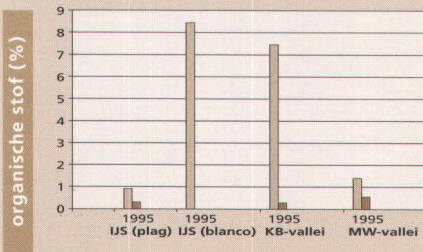
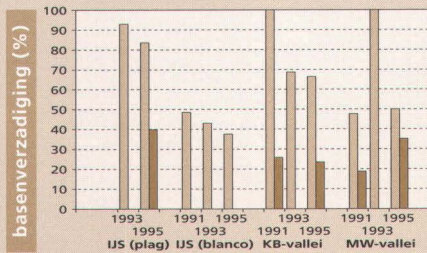
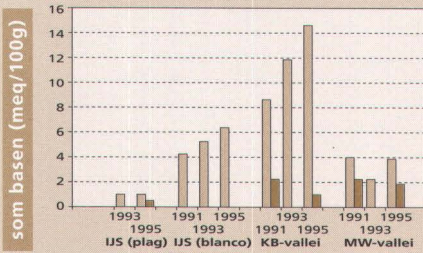
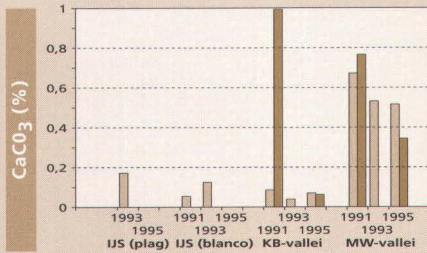
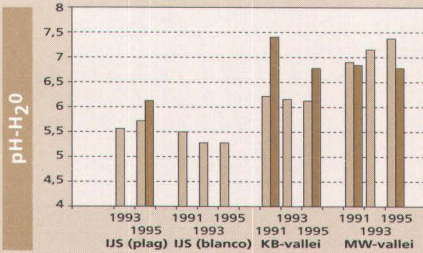




FIG. 4.2G

Diagrammen van de chemische samenstelling van de bodem in 1995
in duinvalleien van Goeree (naar De Haan et al., 1997).

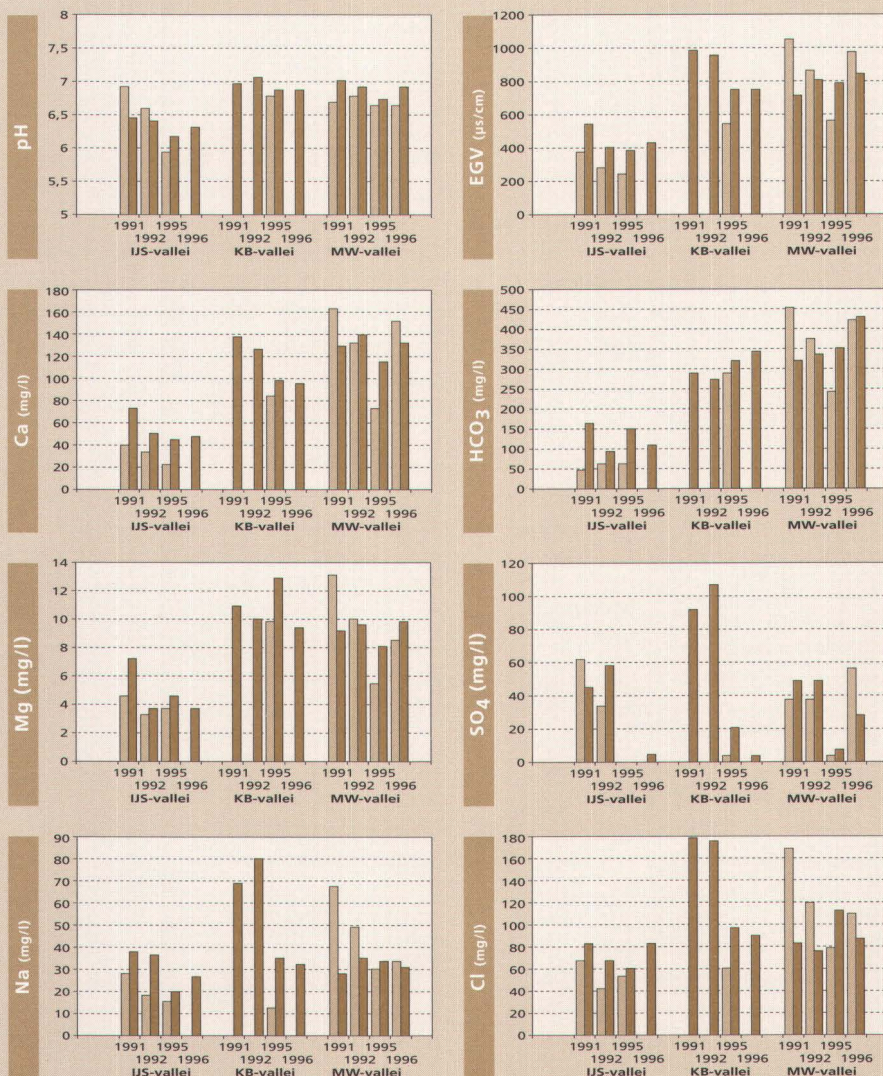


 ondiep
 diep

IJS (plag) Ijsbaanvallei, geplagd deel
IJS (blanco) Ijsbaanvallei, ongeplagd deel
KB-vallei Knobbiesvallei
MW-vallei Meinders-waalvallei
ondiep op 0-10 cm onder het maaiveld
diep op 40-50 cm onder het maaiveld

FIG. 4.2H

Diagrammen van de chemische samenstelling van het grondwater in 1991-1996 in duinvalleien van Goeree (naar De Haan et al., 1997).



IJS-vallei Ijsbaanvallei

KB-vallei Knopbiesvallei

MW-vallei Meinders-waalvallei

ondiep in Ijsbaanvallei op 0,5 m, in de anderen op 1,20 m onder het maaiveld

diep in Ijsbaanvallei op 2,0 m, in de anderen op 1,20 m onder het maaiveld

(bij de interpretatie is met de verschillen in diepte van van bemonstering rekening gehouden)

Alle abiotische gegevens die zijn gebruikt waren goed te relateren aan de verschillende vegetatietypen. De lokaal onderscheiden vegetatietypen van Schouwen, Goeree, Reggers-Sandervlak en De Kil zijn gezamenlijk in zogenaamde scatterplots uitgezet tegen een aantal geselecteerde abiotische variabelen (ZIE FIG. 4.11). Tevens zijn met de vegetatieopnamen en de gegevens betreffende beheer, bodemchemie en waterstand numerieke analyses (CANOCO) uitgevoerd om de relatie tussen voorkomen van vegetatietypen en soorten enerzijds en abiotiek anderzijds vast te stellen. Daarbij zijn de gegevens van Goeree/Schouwen en Reggers-Sandervlak/Kil (ZIE PARAGRAAF 4.1) afzonderlijk geanalyseerd. Verder zijn voor PQ's op Schouwen die werden opgenomen in de periode 1980-1992 via CANOCO samenhangen onderzocht tussen de vegetatiesamenstelling, grondwaterstanden en verdroging en vernatting.

Hydrologie, bodem en waterchemie van de Schouwse valleien

Hiervoor (ZIE PAGINA 144 EN FIG. 4.2B) is al gezegd dat in de Schouwse valleien de grondwaterstanden na 1978 structureel hoger zijn dan in de jaren ervoor. Over de hydrologische systemen en grondwaterstromingen in de Schouwse valleien is weinig bekend. Waarschijnlijk treedt er op jaarbasis geen sterke kwel en geen sterke wegzijging op. Over de grondwaterstanden en inundaties tussen 1980 en 1992 kan nog het volgende worden gezegd. In vergelijking met elkaar waren de onderzochte⁷⁴⁷ valleien van de Meeuwenduinen het droogst, die van de Verklikkerduinen iets natter, en die van de Zeepeduinen het meest nat. Waterstanden bóven het maaiveld traden in de valleien van alle drie duingebieden in relatief natte jaren op en in Verklikker- en Zeepeduinen ook in jaren met 'normaal' neerslagoverschot. In de Verklikker- en

Zeepeduinen konden ze enkele maanden aanhouden, in de Meeuwenduinen traden ze slechts gedurende korte tijd op. In het extreem natte jaar van 1988 hield de inundatie voor een bijzonder groot deel van het jaar aan en in de Zeepeduinen bleef de inundatie in 1988 zelfs het hele jaar bestaan. In de relatief droge jaren was van inundaties in de drie duingebieden geen sprake of kwamen ze hooguit zeer beperkt in de Zeepeduinen voor.

In de valleien van de Meeuwenduinen lagen de gemiddelde jaarlijkse grondwaterstanden in de jaren 1980-1987 op de meetpunten 20 tot 40 cm beneden het maaiveld (ZIE FIG. 4.2F). In de relatief droge jaren 1989-1992 daalden de gemiddelde waterstanden tot circa 60 cm beneden het maaiveld. In de valleien in de Verklikkerduinen lagen in de periode 1980-1987 de gemiddelde waterstanden rond de 7 cm onder het maaiveld en daalden ze in de droge jaren 1989-1992 tot circa 55 cm onder het maaiveld. In de Zeepeduinen bevonden de gemiddelde grondwaterstanden zich bij de meetpunten in de periode 1980-1987 bóven het maaiveld. In de jaren na 1989-1992 daalden de gemiddelde waterstanden hier tot circa 50 cm beneden het maaiveld.

Binnen het Renodunale district bekeken, onderscheiden de duinen van Schouwen zich door een relatief laag kalkgehalte. Grootjans et al., (1995) volgend, zijn de onderzochte valleien van de Meeuwen-, de Verklikker- en Zeepeduinen toch groten-deels - daar waar het kalkgehalte van de bodem > 0,20% is - *kalkrijke vallei*-systemen (ZIE FIG. R, PAG. 50). Er vindt daar een aanvoer van kalkrijk stuifzand plaats. Van de onderzochte valleien blijkt de toplaag van de bodem van de Meeuwenduinen het meest kalkrijk: in 1980 is een kalkgehalte van 4,49% vastgesteld (ZIE FIG. 4.2E). De bodempH is daar dan ook hoog: > pH 8,5. In

enkele valleien van de Verklikker- en Zeepe-
duinen is (in 1980-1983) slechts 0,05%
kalk in de toplaag van de bodem aangetrof-
fen. De toplaag van de bodem is daarbij
ook minder gebufferd. In de Zeepe-
duinen belemmert het daar aanwezige bos de
verstuiving van kalkrijk zand.

De onderzochte Schouwse valleien her-
bergen hoofdzakelijk zoet grondwater
(Cl-concentratie meestal 30-150 mg/l en
altijd minder dan 300 mg/l). De natrium-
en chloridegehalten van het grondwater
in de Meeuwenduinen en de Verklikker-
duinen kunnen sterk wisselen als gevolg
van variërende salt-spray.

De pH van het grondwater (data van 1980-
1992; metingen waarschijnlijk op 1 tot 2
meter onder het maaiveld) is in de onder-
zochte valleien meestal 6,9-7,8. In één
vallei in de Zeepe-
duinen is grondwater
aangetroffen met een pH van 6,2-6,5 en
relatief lage gehalten aan calcium en bi-
carbonaat. Elders, met name in de Meeuwen-
duinen, zijn de calcium- en bicarbonaat-
gehalten van het grondwater in de valleien
over het algemeen hoog (circa 90-200 mg/l).

Meinderswaalvallei, Goeree

De Meinderswaalvallei is te typeren als zoet
en nat en is als systeem naar Grootjans et
al. (1995) een *kalkrijke vallei*. De vallei is
grotendeels geplagd in de winter van 1988/
1989, waarbij al het organisch materiaal is
verwijderd. Het resterende deel is in de
winter van 1990 geplagd. Vóór het plaggen
werd de vegetatie gedomineerd door Riet
en ruigtkruiden. Daarna komen o.a. Knop-
bies-associatie, de DG Riet [Klasse der
kleine zeggen/Zilver schoon-verbond] en de
Associatie van Waterpunge & Oeverkruid
naar voren. Deze gemeenschappen worden
regelmatig vergezeld door pioniers uit de
Draadgentiaan-associatie en de Associatie
van Strandduizendguldenkruid & Kriel-
parnassia. In de vallei komen standplaats-

verschillen vooral neer op verschillen in
grondwaterstandverloop en trofiegraad.

Als gevolg van de in de bodem aanwezige
kalk en het aanwezige hydrologische
systeem is de vallei overal basenrijk (zie
FIG. 4.26). De pH is in het hele bodemprofiel
hoog; d.w.z. een gelaagdheid ten aanzien
van de zuurgraad ontbreekt. De afwezig-
heid van deze gelaagdheid kan verklaard
worden door kwel en capillaire opstijging
van zeer basenrijk grondwater.¹⁴² Het lage
gehalte aan organische stof in de Meinders-
waalvallei komt overeen met dat van on-
gestoorde, matig humeuze duinvalleien
met onder meer vegetaties van de Knop-
bies-associatie.¹⁴³ Met de verwijdering
van organische stof is na het plaggen
tevens een groot deel van de stikstof en het
fosfaat uit de bodem verdwenen.

Voor de waterkwaliteit in de Meinders-
waalvallei zie FIG. 4.28. In normale tot droge
jaren is het EGV hoger dan in natte jaren
doordat er in deze jaren minder verdunning
met neerslag plaatsvindt. Het ondiepe
grondwater heeft een hoge EGV, hetgeen te
verklaren valt door aanwezigheid van een
ziltige kleilaag in de bovengrond, de aan-
wezigheid van kalk en de toevoer van
basenrijk grondwater. De zilte kleilaag
verklaart ook de relatief hoge gehalten aan
Na en Cl.¹⁴⁴

De hydrologische voeding van de Meinders-
waalvallei wordt voor een belangrijk deel
bepaald door een lokaal grondwatersysteem
(zie FIG. 4.21). Er is slechts een dun freatisch
pakket aanwezig en de vallei heeft geen
afvoer. In de winter staat de vallei onder
water. Vooral aan de zuidelijke flank van de
vallei treedt dan grondwater uit dat ten

141 Den Ouden & Jalink, 1995

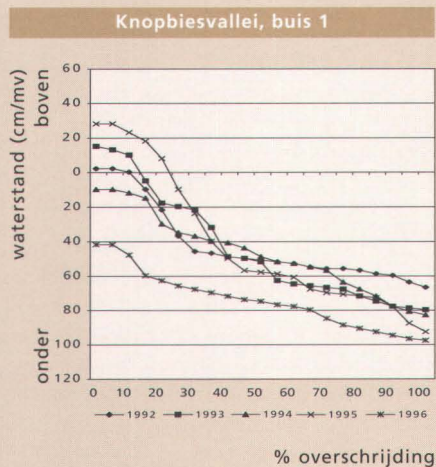
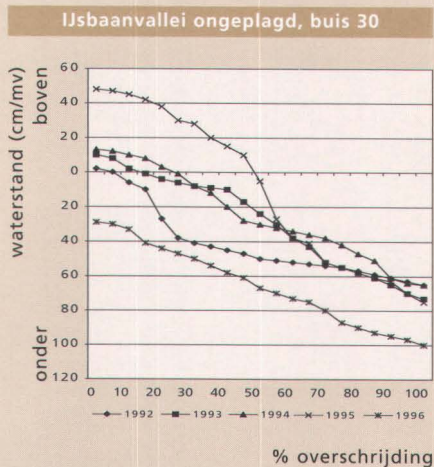
142 De Haan et al., 1997

143 Koerselman & Stuyfzand, 1993

144 De Haan et al., 1997

FIG. 4.21

Duurlijnbundel van de grondwaterstand in 1992-1996 in drie duinvalleien van Goeree
(naar De Haan et al., 1997) ZIE OOK FIG.4.1H



zuidoosten van de vallei is geïnfiltrerd. In de zomer maakt de vallei deel uit van een inzijgingsgebied. In de vallei is dan vooral verdamping bepalend, de grondwaterstand bevindt zich onder het maaiveld. De bodem blijft daarbij toch enigszins vochtig door capillaire opstijging van grondwater, met name daar waar kleilaagjes in de ondergrond aanwezig zijn. Het opstijgende bodemvocht is baserijk, zodat afzetting van kalkkorstjes aan maaiveld plaatsvindt. Verschillen in hoeveelheid van zulke kalkafzettingen in de vallei en het ontbreken ervan in sommige delen zijn waarschijnlijk het gevolg van lokale variaties in kwel/wegzijing en de mate van capillaire opstijging.¹⁴⁵

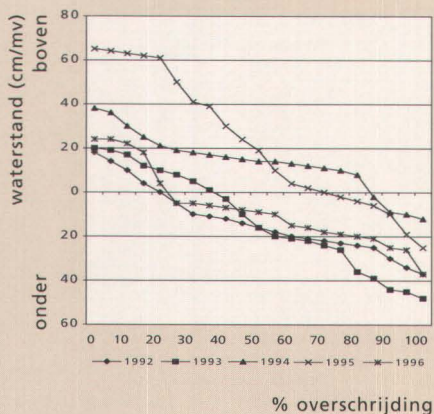
Langdurige inundatie is een belangrijk kenmerk van de Meinderswaalvallei (zie FIG.4.21). Zelfs in droge jaren (onder andere in 1996) treedt gedurende meer dan 15-20% van het jaar inundatie op. De relatief hoge grondwaterstanden (gemiddeld 13 cm

onder tot 28 cm boven het maaiveld in 1992-1996) zijn te verklaren als een gevolg van langdurige aanvoer van grondwater naar de vallei. Daarop wijst ook de enigszins convexe vorm van de duurlijnen.

Knopbiesvallei, Goeree

De Knopbiesvallei is als systeemtype een *kwelvallei*: een ontkalkte, zoete tot iets brakke, relatief droge vallei, waarvan de pH wordt gebufferd door aanvoer van baserijk grondwater. De vallei is in de winter van 1991/1992 gemaaid met een Spragelse combiwagen, waarbij ook een belangrijk deel van de strooisellaag en de vervilte humuslaag is verwijderd. In 1991 bepaalden Moerasstruisgras, Kruiwilg, Zwarte zegge en Drienervige zegge het beeld in de lage delen van deze vallei. Er kwamen nog enkele pollen Knopbies voor. Na de uitvoering van de beheersmaatregel is dit beeld weinig gewijzigd. Op de nattere valleidelten komen de Knopbies-vegetaties

Meinderswaalvallei, buis 27



voor, alsmede de Associatie van Drienervige & Zwarte zegge en de RG Zwarte zegge/ Moerasstruisgras [Verbond van Zwarte zegge]. Knobbies wordt vergezeld door pioniersoorten uit de Draadgentiaan-associatie en de Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia. Op de droogste valleidelten komen droge duingraslanden voor. Op de grens van de nattere en de drogere valleidelten wordt de Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem aangetroffen. Standplaatsverschillen komen in deze vallei vooral neer op verschillen in grondwaterstandverloop en trofiegraad.

In de Knobbiesvallei is sprake van een duidelijke gelaagdheid in de bodem ten aanzien van de pH. Langs de randen van de vallei treedt periodiek kwel op, waardoor daar wellicht beter gebufferde omstandigheden heersen. De pH(H₂O) van de bodem van de Knobbiesvallei (ZIE FIG.4.2G) varieert

van 6,2 (toplaag van de bodem) tot 7,3 (bodemplaat van 40-50 cm onder het maaiveld). Dit duidt op een lichte invloed van zuur regenwater in de toplaag, maar de verschillen in pH tussen de meetjaren zijn laag, hetgeen wijst op een stabiele situatie en op buffering. De pH-buffering zal in hoofdzaak worden veroorzaakt door de aanwezige basen aan het adsorptiecomplex.¹⁴⁶ Het kalkgehalte van de bodem is namelijk relatief laag (minder dan 0,2%), met uitzondering van een enkele meting, waarbij op 40-50 cm onder het maaiveld kalk is aangetroffen die waarschijnlijk slechts zeer lokaal aanwezig is. Het grondwater heeft op 1,20 m onder het maaiveld een pH van 6,8; dit wijst op goede buffering.

In 1995 is in de toplaag van de bodem een gehalte aan organische stof van meer dan 7% gemeten (ZIE FIG.4.2G). Als een relatief dikke humuslaag aanwezig is, blijkt maaien met een Spragelse combiwagen niet overal tot een sterke reductie van het gehalte aan organische stof te leiden. Het gehalte aan P totaal is relatief laag; N-totaal is relatief hoog. Stikstof kan bij mineralisatie vrijkomen.

In de Knobbiesvallei is de waterkwaliteit kennelijk veranderd gedurende de periode 1991-1996 (ZIE FIG.4.2H). In 1991 & 1992 worden veel hogere concentraties aan onder andere Cl, SO₄ en Na en hogere EGV-waarden gemeten dan daarna. De hoge concentraties kunnen het gevolg zijn van de inlaat van relatief voedselrijk water uit het Haringvliet door DELTA. Vanaf 1993 wordt de grondwaterkwaliteit in de Knobbiesvallei minder door het water uit het Haringvliet beïnvloed, omdat de regulering van het infiltratiekanaal is verbeterd.¹⁴⁷

¹⁴⁵ De Haan et al., 1997

¹⁴⁶ De Haan et al., 1997

¹⁴⁷ mondelinge mededeling M. Annema

FIG. 4.2J

Hydro-ecologisch profielen van de Meinderswaalvallei, Knobbiesvallei en Ijsbaanvallei (naar De Haan et al., 1997).

Meinderswaalvallei

- Strandduizendguldenkruid
- Waterpunge
- Teer guichelheil
- Knobbies



Knobbiesvallei

- Voorjaarszegge
- Knobbies
- Blauwe zegge



Ijsbaanvallei

- Ondergedoken moerasscherm
- Bleekgele droogbloem
- Dwergglas
- Waterpunge



De pijlen geven grondwaterstromingen aan. De streepjeslijn is de grondwaterspiegel die in de zomer in de bodem wegzakt: in het laagste deel van de Meinderswaalvallei tot ca. 50 cm, en in de Knobbies- en Ijsbaanvallei tot ca. 80 cm onder het maaiveld. Voor een toelichting ZIE DE TEKST OP

- klei*
- zand*
- water*

Hydrologisch gezien overheerst in de Knopbiesvallei 'afvoer' d.w.z. wegzijging van regenwater (ZIE FIG. 4.21). Er is een dun freatisch pakket aanwezig dat op ongeveer 3 meter onder het maaiveld wordt afgegrensd door een slecht doorlatende laag. In natte jaren kan aan de randen van de vallei buffering van de pH in de wortelzone optreden via kwel vanuit een lokaal hydrologisch systeem. 's Zomers en in droge jaren treedt buffering op via capillaire opstijging van baserijk grondwater. In natte jaren ontstaan plassen in de lage delen van de vallei. Het uittreden van ijzerrijk grondwater langs de randen van deze plassen duidt erop dat dan een lokaal grondwatersysteem werkzaam is (ademplussysteem;

ZIE FIG. P OP PAG. 39).

In de periode 1992-1996 is plasvorming in drie van de zes jaren opgetreden, waardoor dus relatief vaak baserijk grondwater kon uittreden. Dit verklaart voor een deel de hoge basenbezetting van de bodem van de vallei. Verder kan het water dat langs de randen van de vallei inzijgt, calcium bevatten doordat het bodemmateriaal op enige diepte kalkhoudend is.

In de periode 1992-1996 liggen in het laagste deel van de Knopbiesvallei, waar de peilbuis staat, de gemiddelde grondwaterstanden 42 -75 cm onder het maaiveld (ZIE FIG. 4.21). Dat is relatief diep. De waterspiegel daalt in de meeste jaren eerst snel tot circa 50 cm onder het maaiveld, en daarna langzamer tot 70-90 cm onder het maaiveld.

Ijsbaanvallei, Goeree

De Ijsbaanvallei is een ontkalkte, zoete vallei, waarvan de pH(H₂O) gebufferd wordt tussen 5 en 6 door aanvoer van basenarm grondwater (als systeemtype naar Grootjans et al. is het een *kwelvallei*). De vallei werd in 1991 grotendeels afgeplagd tot op de minerale ondergrond. De vegetatie was daarvoor monotoon en bestond uit Moerasstruisgras, Kruiwilg, Zwarte zegge en Drienerfzige zegge met hier en daar Zilver schoon. Op de ongeplagde delen bleef het hoofdzakelijk bij zulke vegetaties die behoren tot de RG Zwarte zegge/Moerasstruisgras [Verbond van Zwarte zegge]. Op de geplagde delen heeft zich inmiddels de RG Zwarte zegge/Moerasstruisgras [Verbond van Zwarte zegge] opnieuw ontwikkeld, maar de presentie van soorten van de Draadgentiaan-associatie is er zeer hoog geworden.

De standplaatsverschillen komen in deze vallei vooral neer op verschillen in waterstandsregime en trofiegraad (en al dan niet afplaggen). Er zijn mogelijk verschillen in pH tussen standplaatsen in of nabij de kwelzone (aan de noordzijde) en standplaatsen nabij de infiltratiezone (aan de zuidzijde). De onderzoekslocaties liggen echter dicht bij elkaar, aan de westkant van de vallei. De bodemchemische gegevens van de Ijsbaanvallei in 1991 (ZIE FIG. 4.26) hebben nog betrekking op de niet-geplagde situatie.

Het kalkgehalte in de toplaag van de bodem is laag, en speelt geen rol van betekenis in de buffering van de zuurgraad (CaCO₃ < 0,3%). De zuurbuffering wordt gereguleerd door het adsorptiecomplex.¹⁴⁸ De bodem van de Ijsbaanvallei is zowel op geplagde als niet-geplagde delen zwak zuur of matig zuur, waarbij op de geplagde plekken een iets hogere pH is gemeten. Evenals in de Knopbiesvallei is de pH in de toplaag van

148 De Haan et al., 1997

de bodem lager dan dieper in de bodem (op 40-50 cm onder het maaiveld), hetgeen duidt op uitloging van basen in de toplaag. In de Ijsbaanvallei is op ongeplagde plekken de hoeveelheid uitwisselbare basen vanwege het aanwezige organisch materiaal hoog (FIG. 4.2G). In puur duinzand, dat op de geplagde locaties is blootgelegd, is de bindingscapaciteit van het adsorptiecomplex van de bodem zeer gering en daar bepaalt het aandeel aan aanwezige organische stof nagenoeg de hele bindingscapaciteit. De basenverzadiging (ANDER DEELPLAATJE VAN FIG. 4.2G) is op de geplagde plekken juist hoger dan op de ongeplagde. Deze hogere basenverzadiging gaat samen met de hogere pH van de bodem, en wordt veroorzaakt door een grotere invloed van grondwater op de geplagde plekken, waar het maaiveld is verlaagd door het plaggen.¹⁴⁹ Met de verwijdering van organische stof is tevens een groot deel van de stikstof en fosfaat uit de bodem verdwenen. Blijkbaar (ZIE FIG. 4.2G) heeft plaggen meer invloed op het stikstofgehalte van de bodem, en veel minder op het fosfaatgehalte. Dit verschil kan verklaard worden uit het feit dat fosfaat vrijwel geheel aanwezig is in anorganische (geadsorbeerde) vorm.¹⁵⁰

De kwaliteit van het grondwater in de Ijsbaanvallei wijkt af van dat van het grondwater in de overige onderzochte valleien (ZIE FIG. 4.2H). In het algemeen zijn in de Ijsbaanvallei de pH (zwak zuur tot neutraal), de EGV en de concentraties aan ionen zoals Ca en Mg van het grondwater lager dan in de Meinderswaal- en Knopbiesvallei. Dit moet samenhangen met een relatief laag kalkgehalte van de bodem in de Ijsbaanvallei. De Ijsbaanvallei ligt in

een dun, mogelijk geheel ontkalkt, freatisch pakket dat op ongeveer 2 meter onder het maaiveld wordt afgegrensd door een slecht doorlatende laag.

In de zomer maakt de vallei deel uit van een inzijgingsgebied (ZIE FIG. 4.2J). De grondwaterstand bevindt zich dan onder het maaiveld. Hydrologisch gezien wordt de Ijsbaanvallei voor een belangrijk deel bepaald door voeding met regenwater, daarnaast speelt ook voeding vanuit een lokaal grondwatersysteem een rol. In de winter, als inundatie plaatsvindt, treedt aan de noordkant van de vallei grondwater uit. Dat is afkomstig uit een lokaal hydrologisch systeem in de aangrenzende duinen (ZIE FIG. 4.2J). Doordat deze duinen ontkalkt zijn, heeft het toestromende grondwater een regenwaterachtige samenstelling. De plas functioneert als een 'kwelplas' (ZIE FIG. 0. PAG. 37).

De invloed van lokaal, vermoedelijk zwak zuur grondwater is langs de noordrand van de vallei het grootst; daar is een dikke lens van calciumarm en sulfaatrijk water aanwezig. In het lage centrum van de vallei is de watersamenstelling duidelijk gelaagd.¹⁵¹ Daar ligt een laag relatief calciumarm en sulfaatrijk water bovenop calciumrijk en sulfaatarm water, dat zich tot op 2 meter beneden het maaiveld bevindt. Het infiltrerende water moet kalkagressief zijn en lost de kalk op die in diepere lagen van het bodemprofiel aanwezig is. Tegelijkertijd treedt sulfaatreductie op door de aanwezigheid van organische lagen. Zo ontstaat op grotere diepte calcium- en bicarbonaatrijk, maar sulfaatarm grondwater. Dit water stroomt zuidwaarts in de richting van het landbouwgebied en treedt uit in de daar aanwezige diepere watergangen. Grootjans et al. (1995) beschrijven voor het Kapenglop op Schiermonnikoog een vergelijkbaar kwelclassysteem.

149 De Haan et al., 1997

150 De Haan et al., 1997

151 De Haan et al., 1997

FIG. 4.2K

*Chemische samenstelling van de bodem in de Kievitsvallei in 1995
(naar De Haan et al., 1996).*

| | Kievitsvallei, noordzijde | | Kievitsvallei, zuidzijde | |
|------------------------------------|---|------|-----------------------------|------|
| | <i>plaggen</i> | | <i>plaggen</i> | |
| <i>diepte (cm onder maaiveld)</i> | 10 | 50 | 10 | 50 |
| <i>aantal monsters</i> | 3 | 1 | 3 | 1 |
| <i>variabelen</i> | <i>gemiddelde +/- standaarddeviatie</i> | | | |
| A-cijfer (g H ₂ O/100g) | 28 ± 2 | 21 | 31 ± 2 | 25 |
| pH _{H2O} | 5,4 ± 0,7 | 6,1 | 5,7 ± 0,9 | 6,4 |
| pH _{KCl} | 5,0 ± 1,3 | 6,0 | 5,0 ± 1,3 | 5,8 |
| EC ₂₅ (µS/cm) | 86 ± 25 | 54 | 87 ± 11 | 44 |
| CaCO ₃ (g/100g) | 0,0 ± 0,0 | 0,0 | 0,0 ± 0,0 | 0,0 |
| org.stof (%) | 2,2 ± 2,8 | 0,2 | 1,4 ± 0,9 | 0,3 |
| C in org,s-tof (%) | 37 (n=1) | | 76 (n=1) | |
| CEC (meq/100g) | 6,1 ± 5,6 | 0,9 | 6,1 ± 6,0 | 0,3 |
| som kat, (meq/100g) | 1,8 ± 0,3 | 0,7 | 1,8 ± 0,0 | 0,7 |
| basenverzadiging (%) | 48 ± 35 | 77 | 50 ± 31 | 236 |
| H-bezet, (meq H/100g) | 5,5 ± 3,2 | 2,5 | 5,1 ± 3,6 | 2,7 |
| Ca (mg/100g) | 27 ± 5 | 10 | 28 ± 3 | 11 |
| Mg (mg/100g) | 3,3 ± 1,2 | 1,3 | 2,9 ± 1,1 | 1,4 |
| Na (mg/100g) | 2,0 ± 1,5 | 0,9 | 1,2 ± 0,2 | 0,9 |
| K (mg/100g) | 3,8 ± 1,2 | 1,6 | 3,1 ± 2,3 | 1,1 |
| N _{totaal} (mg/100g) | 73 ± 86 | 5 | 88 ± 77 | 5 |
| NH ₄ -N (mg/100g) | 0,59 ± 0,33 | 0,20 | 0,66 ± 0,45 | 0,25 |
| NO ₃ -N (mg/100g) | 0,03 ± 0,01 | 0,05 | 0,04 ± 0,00 | 0,05 |
| P _{totaal} (mg/100g) | 7,1 ± 4,1 | 1,9 | 16,8 ± 12,7 | 3,3 |
| P _{oxy} (mg/100g) | 2,2 ± 0,5 | 2,6 | 3,4 ± 0,3 | 3,3 |
| PAI (mg/100g) | 1,1 ± 0,4 | 1,1 | 1,2 ± 0,6 | 1,1 |
| P _{water} (mg/100g) | 0,13 ± 0,09 | 0,07 | 0,17 ± 0,18 | 0,06 |
| C:N | 11,5 (n=1) | | 10,6 (n=1) | |

De Ijsbaanvallei is natter dan de Knopbiesvallei, maar duidelijk droger dan de Meinderswaalvallei (zie FIG.4.2i). In de periode 1992-1996 schommelen de gemiddelde grondwaterstanden tussen 10 en 65 cm onder het maaiveld. De vallei werd in 1996 niet geïnundeerd, maar in de overige jaren wel. In 1995 staat de vallei bij de meetbuis

een half jaar onder water. In het geplagde deel staat de waterspiegel ca. 15 cm hoger dan in het ongeplagde deel. De geplagde plekken blijven tevens langer onder water staan dan de ongeplagde.

Kievitsvallei, Goeree

De Kievitsvallei is een ontkalkte, zoete, soms iets brakke vallei, waarvan de pH gebufferd wordt door aanvoer van matig baserijk grondwater (naar Grootjans et al. is het als systeemtype een kwelvallei).

De Kievitsvallei is grotendeels afgeplagd in de winter van 1994/1995. Op de geplagde plekken heeft zich over het algemeen een rompgemeenschap ontwikkeld die vergelijkbaar is met die van de geplagde plekken in de IJsbaanvallei, namelijk een RG Zwarte zegge/Moerasstruisgras [Verbond van Zwarte zegge]. Ook op de ongeplagde noordrand van de vallei komt deze rompgemeenschap voor; en mogelijk ook de Associatie van Drienerfve & Zwarte zegge. Op de ongeplagde zuidrand worden vegetaties met veel Zwenkgras aangetroffen; ze zijn in het basisrapport benoemd als RG Fijn schapegras [Klasse der droge graslanden op zandgrond].¹⁵² Binnen de aangetroffen gemeenschappen, behalve in de laatstgenoemde, komen regelmatig pioniersoorten van de Draadgentiaan-associatie en de Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia als inslag voor.

De standplaatsverschillen komen in deze vallei vooral neer op verschillen in waterstandsregime en trofiegraad; en daarnaast op al dan niet afplaggen. In deze vallei liggen onderzoekslocaties in de kwelzone (noordzijde) en in de infiltratiezone (zuidzijde). Het diepere grondwater (1,20 m onder het maaiveld) lijkt aan de noord-oostzijde een iets hogere pH te hebben dan

aan de zuidwestzijde (ZIE FIG. 4.2L). Deze verschillen zijn in de toplaag van de bodem niet meer terug te vinden.

In de Kievitsvallei is geen kalk in de bodem gevonden (ZIE FIG. 4.2K), ook niet op 50 cm onder het maaiveld; dus de vallei moet tenminste tot op deze diepte zijn ontkalkt. In de uitgeloopte toplaag van de bodem is net als in de IJsbaanvallei de pH(H₂O) laag, (namelijk lager dan pH 6,0). De gehalten aan N en P in de bodem van de Kievitsvallei zijn laag en zijn vergelijkbaar met die waarden van de geplagde Meinderswaalvallei en geplagde IJsbaanvallei.

In de Kievitsvallei ligt de pH van het grondwater in het neutrale bereik (ZIE FIG. 4.2L). De lagere pH van het bovenste grondwater (ZIE BOVEN) zal worden veroorzaakt door menging met infiltrerend zuur (regen)water. Dat het grondwater van de Kievitsvallei verder ook onder invloed staat van infiltratiewater uit het nabij gelegen infiltratiekanaal met Haringvlietwater, manifesteert zich in ten opzichte van de andere onderzochte valleien verhoogde concentraties van natrium, kalium, chloride en sulfaat, en relatief lage gehalten bicarbonaat in het grondwater (FIG. 4.2H). De fosfaat- en nitraatgehalten van het grondwater zijn in de Kievitsvallei gemiddeld niet hoger dan in andere valleien van de Oost- en Middelduinen. Het ammoniumgehalte is in de Kievitsvallei daarentegen wel hoger. Een verhoogd ammoniumgehalte kan veroorzaakt worden door uitwerpselen van Charolais-vee of reductie van nitraat dat is aangevoerd met het Haringvlietwater. Het vee graast vaker in de Kievitsvallei dan in andere valleien in de Oost- en Middelduinen.¹⁵³

De Kievitsvallei wordt gevoed door een lokaal grondwatersysteem. Het grondwater is afkomstig uit omliggende duingronden (basenhoudend, voedselarm) en uit een nabijgelegen infiltratiekanaal (met ionen-

¹⁵² in dit hoofdstuk wordt deze naam zoals in het basisrapport gebruikt. De Catalogus Vegetatietypen, Staatsbosbeheer, juli 2000, rekent deze vegetaties tot de (ruime) RG Gewoon struisgras/Gewoon biggekruid [Klasse der droge graslanden op zandgrond]

¹⁵³ mondelinge mededeling M. Annema

FIG. 4.2L

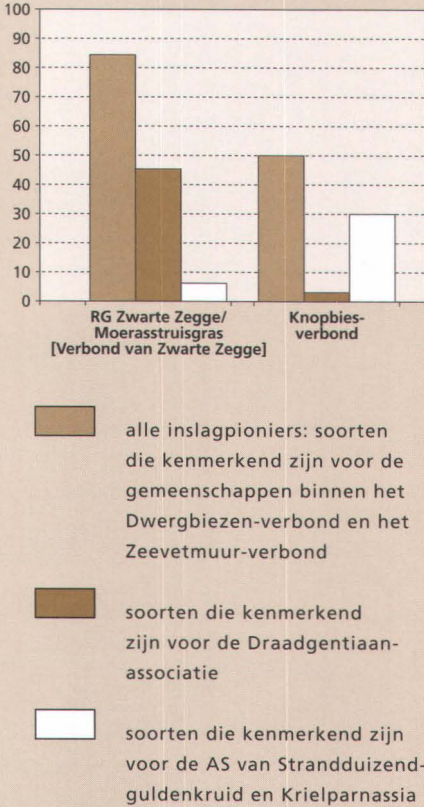
Chemische samenstelling van het grondwater in de Kievitsvallei in de periode 1995-1997 (naar De Haan et al., 1999).

| seizoen | noordoostzijde | | zuidwestzijde | |
|---------------------------------|-------------------------------------|-------------|---------------|-------------|
| | april | juli | april | juli |
| diepte (cm onder mv.) | 50 | 50 | 50 | 50 |
| aantal monsters | 4 | 4 | 4 | 3 |
| variabelen | gemiddelde en +/- standaarddeviatie | | | |
| pH | 6,7 ± 0,3 | 6,8 ± 0,2 | 6,4 ± 0,3 | 6,6 ± 0,3 |
| EC ₂₅ (µS/cm) | 898 ± 151 | 885 ± 252 | 409 ± 97 | 566 ± 170 |
| Ca (mg/l) | 88 ± 18 | 80 ± 22 | 40 ± 10 | 58 ± 18 |
| Mg (mg/l) | 9,6 ± 5,5 | 8,9 ± 2,8 | 6,1 ± 2,7 | 5,3 ± 2,7 |
| Na (mg/l) | 69 ± 9 | 76 ± 32 | 26 ± 11 | 41 ± 12 |
| K (mg/l) | 6,9 ± 2,3 | 6,9 ± 1,8 | 4,2 ± 2,4 | 3,1 ± 0,9 |
| HCO ₃ (mg/l) | 190 ± 59 | 175 ± 40 | 127 ± 35 | 151 ± 35 |
| SO ₄ (mg/l) | 64 ± 80 | 82 ± 58 | 6 ± 13 | 1,9 ± 2,6 |
| Cl (mg/l) | 194 ± 32 | 189 ± 53 | 80 ± 33 | 124 ± 42 |
| NH ₄ -N (mg/l) | 0,45 ± 0,35 | 0,69 ± 0,82 | 0,82 ± 1,39 | 0,42 ± 0,33 |
| NO ₃ -N (mg/l) | 0,11 ± 0,10 | 0,03 ± 0,04 | 0,22 ± 0,17 | 0,09 ± 0,12 |
| PO ₄ -P (mg/l) | 0,07 ± 0,02 | 0,24 ± 0,25 | 0,10 ± 0,07 | 0,10 ± 0,13 |

| seizoen | noordoostzijde | | | zuidwestzijde | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
| | april | juli | november | april | juli | november |
| diepte (cm onder mv.) | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| aantal monsters | 8 | 8 | 2 | 7 | 8 | 2 |
| variabelen | gemiddelde en +/- standaarddeviatie | | | | | |
| pH | 7,3 ± 0,2 | 6,9 ± 0,2 | 6,9 ± 0,0 | 6,7 ± 0,5 | 6,6 ± 0,3 | 6,6 ± 0,3 |
| EC ₂₅ (µS/cm) | 895 ± 107 | 831 ± 140 | 1107 ± 316 | 496 ± 154 | 592 ± 314 | 833 ± 392 |
| Ca (mg/l) | 95 ± 14 | 74 ± 14 | 140 ± 40 | 53 ± 20 | 64 ± 38 | 111 ± 50 |
| Mg (mg/l) | 8,8 ± 2,6 | 9,8 ± 3,9 | 14,8 ± 3,8 | 5,6 ± 2,4 | 6,9 ± 3,9 | 10,7 ± 4,9 |
| Na (mg/l) | 66 ± 13 | 68 ± 18 | 60 ± 16 | 35 ± 16 | 43 ± 22 | 46 ± 19 |
| K (mg/l) | 6,5 ± 2,3 | 7,1 ± 1,8 | 7,4 ± 1,1 | 4,4 ± 2,1 | 4,2 ± 1,5 | 6,6 ± 1,5 |
| HCO ₃ (mg/l) | 197 ± 48 | 170 ± 22 | 208 ± 1 | 110 ± 24 | 167 ± 72 | 172 ± 170 |
| SO ₄ (mg/l) | 70 ± 38 | 65 ± 25 | 164 ± 79 | 34 ± 32 | 26 ± 39 | 116 ± 74 |
| Cl (mg/l) | 186 ± 24 | 173 ± 37 | 193 ± 34 | 93 ± 39 | 116 ± 73 | 153 ± 126 |
| NH ₄ -N (mg/l) | 0,32 ± 0,19 | 0,45 ± 0,42 | 0,69 ± 0,00 | 0,31 ± 0,21 | 0,39 ± 0,26 | 0,23 ± 0,10 |
| NO ₃ -N (mg/l) | 0,49 ± 0,76 | 0,12 ± 0,11 | 0,05 ± 0,00 | 0,12 ± 0,12 | 0,07 ± 0,08 | 0,01 ± 0,00 |
| PO ₄ -P (mg/l) | 0,02 ± 0,01 | 0,09 ± 0,12 | 0,04 ± 0,03 | 0,05 ± 0,04 | 0,10 ± 0,12 | 0,02 ± 0,01 |

FIG. 4.2M

Diagrammen van inslaggemeenschappen in de duinvalleien van Goeree.

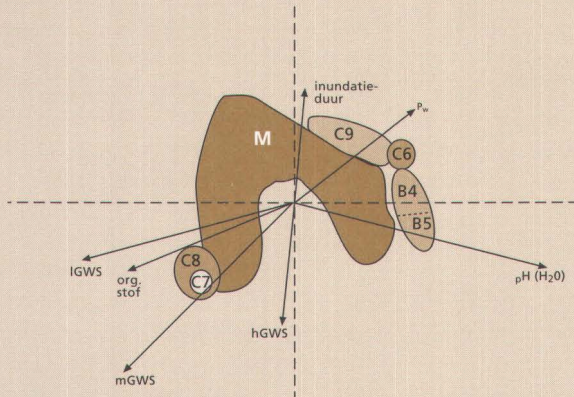


rijk water). In natte perioden ontstaat in de vallei een gebufferd duinmeer. De aanwezigheid van een kwelzone aan de noordzijde van de Kievitsvallei (vlak bij het infiltratiekanaal) wordt onder meer bevestigd door de hoge pH en het hoge calciumgehalte van het grondwater en een na de inundatieperiode slechts langzaam dalende waterspiegel en relatief sulfaatarm water. De invloed van infiltratie van oppervlaktewater in de Kievitsvallei (aan de noordzijde) blijkt uit de relatief hoge concentraties aan natrium en chloride in het grondwater.¹⁵⁴ In de zomer stroomt het grondwater onder de vallei door, zodat de invloed van infiltratiewater uit het kanaal dan via het grondwater ook doordringt tot de zuidzijde (daar ook o.a. verhoging van sulfaat- & natriumconcentraties). Aan de zuidzijde van de Kievitsvallei overheersen infiltratieprocessen; het water stroomt daarbij in de richting van de Ijsbaanvallei. Dit is o.a. af te leiden uit het grondwaterstandsverloop. Na de inundatieperiode zakt de grondwaterspiegel hier sneller en dieper in de bodem weg dan aan de noordzijde. Lokaal treedt echter ook aan de zuidkant kwel op vanuit het naastliggende duin. De Kievitsvallei was in het natte jaar 1995 gedurende meer dan 3,5 maanden geïnundeerd. In dat jaar bevond zich de gemiddelde grondwaterstand ongeveer 35 cm beneden maaiveld. De Kievitsvallei is natter dan de Knopbiesvallei en iets droger dan de Ijsbaanvallei en de Meinderswaalvallei.

154 De Haan et al., 1996

FIG. 4.2N

Grafisch beeld (biplot) van de CANOCO-analyse van de vegetatietypen en 'uitgebreide monsterset' van Goeree en Schouwen



C9 Oeverkruid-klasse

C6 DG Riet [Klasse der kleine Zeggen/-Zilverschoon-verbond]

B4 RG Fioringras [Zilverschoon-verbond]

B5 RG Padderus [Verbond der grote zeggen]

C7 RG Fijn schapegras [Klasse der droge graslanden op zandgrond]*

C8 Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem

M AS van Drienvrige & Zwarte zegge, RG Zwarte zegge/Moerasstruisgras [Verbond van Zwarte zegge], Knopbies-associatie, diverse RG van het Knopbies-verbond en van de Klasse der kleine Zeggen

* volgens de vegetatietypologie van Staatsbosbeheer maakt dit type deel uit van de RG Gewoon struisgras/Gewoon biggekruid [Klasse der droge graslanden op zandgrond]

De data hebben betrekking op 28 monsterplekken en op de variabelen inundatieduur, het gehalte aan wateroplosbaar fosfaat (P_w), de pH(H₂O), het gehalte aan organische stof, de mediane grondwaterstand (mGWS) de 'laagste' grondwaterstand (IGWS, d.w.z. de maximale diepte van de grondwaterstand onder het maaiveld) en de hoogste waterstand (hGWS). De pijlen voor IGWS, mGWS en hGWS duiden in de richting van diepere grondwaterstanden onder het maaiveld.

Belangrijke factoren die de horizontale as bepalen, zijn de pH, de laagste grondwaterstand, de mediane grondwaterstand en het gehalte aan organische stof. De verticale as

wordt vooral bepaald door de inundatieduur en de hoogste grondwaterstand. De vegetatietypen die voorkomen bij een relatief hoge pH en een relatief hoge laagste grondwaterstand staan meer naar rechts/rechtsboven in het figuur, en de andere die voorkomen bij een relatief lage mediane grondwaterstand en meer organische stof staan onder links. Vegetatietypen die in het bovenste deel van het figuur zijn geplaatst, zijn gebonden aan een relatief lange inundatieduur en bovendien aan een relatief hoge hoogste grondwaterstand; deze factoren zijn nauw gecorreleerd.

Inslag van pioniersoorten in de duinvalleien van Goeree

In de bovenstaande beschrijvingen is verschillende malen sprake van inslag van pioniersoorten die kenmerkend zijn voor de Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia of voor de Draadgentiaan-associatie (ZIE FIG. 4.2M). Soorten die kenmerkend zijn voor de Associatie van Strandduizendguldenkruid & Krielparnassia groeien voornamelijk als 'inslag' in de begroeiingen met Knopbies, dus op basische en neutrale standplaatsen. Soorten die kenmerkend zijn voor de Draadgentiaan-associatie groeien voornamelijk op zurdere standplaatsen in de gemeenschappen met Zwarte zegge en Moerasstruisgras.

Relatie vegetatie en milieu

Er zijn vier verschillende CANOCO-analyses uitgevoerd met verschillende sets van variabelen. De CANOCO-analyses maken relaties tussen de geanalyseerde variabelen o.a. zichtbaar met behulp van een matrix met correlatiecoëfficiënten van de verschillende variabelen. De correlaties die in zulk een matrix, bijv. in die van de 'uitgebreide monsterset' van Schouwen en Goeree, naar voren komen zijn meestal vanzelfsprekend (vergelijk ook met tekst over Reggers-Sandervlak en De Kil). Een van de belangrijkste conclusies van de interpretatie van deze matrix is dat het plaggen/maaien (deze beheersactiviteiten zijn samengenomen in één variabele) in de op Goeree onderzochte duinvalleien negatief gecorreleerd is met het gehalte aan organische stof en wateroplosbaar P (= P dat gemakkelijk beschikbaar is voor planten). Deze maatregelen zorgen voor afvoer van organisch materiaal en en wateroplosbaar P.

Het grafische beeld (biplot) van een van de CANOCO-analyses (ZIE FIG. 4.2N) laat het volgende zien. De DG Riet [Klasse der kleine Zeggen/Zilverschoon-verbond], RG Fioringras [Zilverschoon-verbond], RG Padderus [Verbond der grote Zeggen] alsook de gemeenschappen van de Oeverkruid-klasse, worden aangetroffen op relatief natte, relatief basische plekken met een laag gehalte aan organische stof en lange inundatieperioden. De relatief droge, weinig geïnundeerde plekken, met een hoog gehalte aan organische stof en een relatief lage pH, zijn de standplaatsen van de Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem en de overgangen tussen deze associatie en de RG Gewoon struisgras/Gewoon biggekruid [Klasse der droge graslanden op zandgrond].

Over de overige vegetaties zegt dit grafische beeld weinig. Voor informatie over andere CANOCO-analyses zie het basisrapport.

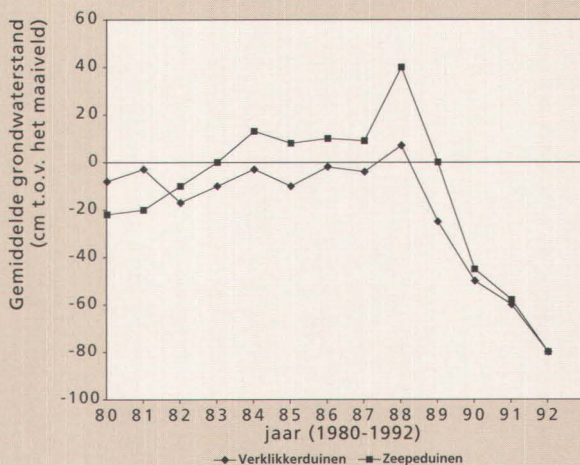
Reactie van plantensoorten op vernatting en verdroging

Er waren reeksen van PQ-opnamen van 1978/1979 tot en met 1991/1992 beschikbaar te zijn van valleien uit de Zeepe- en Verklikkerduinen (Schouwen). Het gaat daarbij vooral om vegetaties met Drienervige & Zwarte zegge en Moerasstruisgras respectievelijk Knopbies-vegetaties¹⁵⁵.

Van de plekken waar de opnamen vandaan komen, zijn de gemiddelde jaarlijkse grondwaterstanden van 1980 t/m 1992 vrij nauwkeurig bekend.¹⁵⁶ De valleien zijn kennelijk vanaf 1980 en tot in 1988 langzaam natter geworden. Na 1988, het meest natte jaar, en tot in 1992 is er echter sprake van sterke verdroging (ZIE FIG. 4.2O). De oorzaak van de vernatting is vooral het stoppen van waterwinning (ZIE PAG. 144). De verdroging in 1989-1992 hangt zeer waarschijnlijk samen met de weersomstandigheden – het optreden

FIG. 4.20

Verloop van de gemiddelde grondwaterstand in valleien van de Verklikkerduinen en de Zeepeduinen.



De grafiek voor de Zeepeduinen is gebaseerd op metingen in een enkele vallei (Z10). In de andere valleien van de Zeepeduinen zal het *verloop* hetzelfde zijn geweest, maar de *hoogte* van de lijn kan anders zijn. De grafieklijn voor de Verklik-

kerduinen heeft betrekking op meerdere meetpunten. Bij de verwerking van de basisdata van Provinciale Waterstaat is rekening gehouden met de situering van de peilbuizen in de vallei.

van een reeks van droge jaren.¹⁵⁷

De veranderingen van het waterstandsregime zullen overigens ook enige veranderingen teweeggebracht hebben in trofiegraad en zuurgraad. Ze zijn op zich al zo groot, dat ze van dominante invloed moeten zijn geweest op veranderingen in de vegetatie. Ook op het beheer hebben vernatting en verdroging mogelijk invloed gehad – als valleien zeer nat zijn, kan er niet worden gewerkt. De veranderingen in het voorkomen en de bedekking van soorten van de PQ's in de Zeepe- en Verklikkerduinen zijn goed te relateren aan de waargenomen veranderingen in de waterstanden. De informatie is verwerkt in de indicatietabellen van hoofdstuk 2.

¹⁵⁵ naar de vegetatietypologie van Staatsbosbeheer: OV Knopbies-verbond/Associatie met Drienervige & Zwarte zegge

¹⁵⁶ data van Provinciale Waterstaat

¹⁵⁷ mededeling A.J.M. Jansen

5

LITERATUURLIJST (SELECTIE)

- Aggenbach, C.J.S., Jalink, M.H. m.m.v. Hagen, van der, H.G.J.M., Leltz, G.M., Ketner-Oostra, R.** (1996). *Serie Indicatoren: Droge Duinen Basisrapport, Indicatorsoorten voor verzuring en eutrofiëring van plantengemeenschappen in droge duinen*. SWE 93.036 Kiwa NV Onderzoek en Advies, Nieuwegein.
- Aggenbach, C.J.S., Jalink, M.H., Jansen, A.J.M.** (1997). *Serie Indicatoren: Vennen Basisrapport, Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van plantengemeenschappen in vennen*. SWE 94.046 Kiwa NV Onderzoek en Advies, Nieuwegein.
- Aggenbach, C.J.S., Jalink, M.H.** (1998). *Serie Indicatoren: Duinvalleien (kalkarme duinen) Basisrapport, Indicatorsoorten voor verdroging, verzuring en eutrofiëring van plantengemeenschappen in duinvalleien van het Waddendistrict*. SWE 92.039 Kiwa NV Onderzoek en Advies, Nieuwegein.
- Albers, E., Broedlin, W., Gerlach, A.** (1989). *Development of the nitrogen cycle in dune soils on Spiekeroog, East Frisian Islands*. Proceedings Congres EUDC Sevilla 1989.
- Annema M, Jansen A.J.M.** (1998). *Het herstel van het vroongrondengebied Middelduinen en Oostduinen op Goeree*. Stratiotes 17 p. 20-58.
- Arts, G.H.P.** (1990). *Deterioration of atlantic soft-water systems and their flora, a historical account*. Proefschrift, K.U. Nijmegen.
- Atkinson, D.** (1973). *Observations on the phosphorus nutrition of two sand dune communities at Ross Links*. Journal of Ecology 61 p.117-133.
- Bakker, T.W.M., Klijn, J., Zadelhoff, van, F.J.** (1981). *Nederlandse kustduinen: Landschaps-ecologie*. Dissertatie, Centrum voor landbouwpublicaties en landbouwdocumentatie, Wageningen
- Bakker, T.W.M., Klijn, J.A., Zadelhoff, van, F.J. m.m.v. Haaf, ten, C., Hoek, D.M., Stevens, J.A.M.** (1979). *Basisrapport TNO Duinvalleien. Deel Terschelling en deel Algemene hoofdstukken*. Studie- en informatiecentrum TNO voor milieu-onderzoek.
- Beckhoven, van, K.** (1995). *Rewetting of coastal dune slacks: effects on plant growth and soil processes*. Dissertatie V.U. Amsterdam.
- Bekker, R.M. (1998).** *The ecology in soil seed banks in grassland ecosystems*. Proefschrift RU Groningen. 192 pp.
- Beusekom, C.F.van, J.M.J.Farjon, F.Foekema, B.Lammers, J.G.de Molenaar en W.P.C. Zeeman,** 1990: *Handboek grondwaterbeheer voor natuur, bos en landschap*. SWNBL, Driebergen.
- Beijersbergen, J.** (1991). *Grondwaterbeheer en regeneratie in de duinen van Schouwen*. In W. Koerselman, M.A. den Hoed, A.J.M. Jansen & W.H.O. Ernst, Natuurwaarden en waterwinning in de duinen; mogelijkheden voor behoud, herstel en ontwikkeling van natuurwaarden. Mededeling nr. 114, Kiwa N.V., Nieuwegein.
- Boerboom, J.H.A.** (1957). *Zonering van begroeiing en landschap in het Haagse duingebied*. De Levende Natuur 60 p.247-259.
- Boerboom, J.H.A.** (1958). *Begroeiing en landschap van de duinen onder Scheveningen en Wassenaar van omstreeks 1300 tot heden*. Een historisch-vegetatiekundige studie. In: Beplanting en Recreatie in de Haagse duinen. Rapport van de Adviescommissie Duinbeplanting. Instituut voor toegepast Biologisch Onderzoek in de Natuur, Mededeling p.1-108, Arnhem.

- Boerboom, J.H.A.** (1963). *De relatie tussen bodem en vegetatie in de Wassenaarse duinen*. Boor en Spade 13 p.120-155.
- Broersen, K.W.** (1996). *Vernatting van het Noord-Hollands Duinreservaat*. N.V. PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland en Interfacultaire Vakgroep Milieukunde, Universiteit Utrecht, Castricum/Utrecht.
- Burggraaf-van Nierop, Y.D., Meijden, van der, E.** (1984). *The influence of rabbit scrapes on dune vegetation*. Biological Conservation 30 p.133-146.
- CBS** (1997). *Namen en coderingen flora en fauna*. CBS Voorburg/Heerlen.
- Dieren, J.W., van** (1934). *Organogene Dünenbildung*. Dissertatie, 's Gravenhage.
- Doing, H.** (1964). *Recreatie en Natuurbescherming in het Noord-Hollands Duinreservaat, Supplement 2:Vegetatie*. Adviescommissie voor het Noord-Hollands Duinreservaat.
- Doing, H.** (1988). *Landschapsoecologie van de Nederlandse kust*. Een landschapskartering op vegetatiekundige grondslag. Stichting Duinbehoud/Stichting Publicatiefonds Duinen, Leiden. 228 pp. + kaartbijlagen.
- Dorp, van, D. Boot, R., Maarel, van der, E.** (1985). *Vegetation succession on the dunes near Oostvoorne, The Netherlands, since 1934, interpreted from air photographs and vegetation maps*. Vegetatio 58 p.123-136.
- Drost, H.J., Muis, A.** (1988). *Begrazing van Duinriet op 'de Rug' in de Lauwersmeer*. De Levende Natuur 1988:3 p.82-88.
- During, H.** (1973). *Het Nanocyperion flavescens in de duinen, in atlantisch verband bezien*. Doctoraalscriptie Laboratorium voor Plantenoecologie R.U. Groningen.
- Ernst, W.H.O., Ham, van der, N.F.** (1988). *Population structure and rejuvenation potential of Schoenus nigricans in coastal wet dune slacks*. Acta Botanica Neerlandica 37:4 p.451-456.
- Eysink, Th.A.W. & Bruin, de, O.** (1994). *Kruipnieuws van de gradiënt...de Wijdbloeiende rus (Juncus tenageia) floreert weer in Twente*. Stratiotes 9, p.62-103.
- Freijzen, A.H.J.** (1967). *A field study on the ecology of Centaurium vulgare Rafn.*. Dissertatie R.U. Utrecht.
- Gerlach, A., Alberts, E., Broedlin, W.** (1989). *Nitrogen content and turnover in coastal dune succession on Spiekeroog, East Frisian Islands*. Congress Book EUDC Congress, Sevilla, Spain.
- Giesen & Geurts** (1990). *Bodemanalyse 1990 Punthuizen en Stroothuizen (prov. Overijssel)*. Giesen en Geurts Biologische Projecten, Gaanderen.
- Giesen & Geurts** (1992). *Grond- en grondwateranalyses uit de Lemselermaten, Middelduinen en Reggers-Sandervlak 1991/1992*. Giesen en Geurts Biologische Projecten, Gaanderen.
- Grijpstra, J.** (1997). *Hydrologie en accumulatie van organisch materiaal in de Buiten-Muy en het Kapenvlak op Texel*. Doctoraalscriptie Laboratorium voor Plantenecologie RU Groningen.

- Grootjans, A.P., Esselink, H., Diggelen, van, R., Hartog, P., Jager, T.D., Hees, van, B., Oude Munninck, J.** (1990). *Decline of rare calciphilous dune slack species in relation tot decalcification and changes in local hydrological systems*. Proceedings Coastal Dune Congress 1989, Sevilla.
- Grootjans, A.P., Hartog, P.S., Fresco, L.F.M., Esselink, H.** (1991). *Succession and fluctuation in a wet dune slack in relation to hydrological changes*. Journal of vegetation science 2 p.545-554.
- Grootjans, A.P., Hendriksma, P., Engelmoer, M., Westhoff, V.** (1988). *Vegetation dynamics in a wet dune slack I: rare species decline on the Wadden island of Schiermonnikoog in The Netherlands*. Acta Botanica Neerlandica 37:2 p.265-278.
- Grootjans, A.P., Lammerts, E.J., Beusekom, van, F.** (1995). *Kalkrijke duinvalleien op de Waddeneilanden. Ecologie en regeneratiemogelijkheden*. Stichting Uitgeverij KNNV, Utrecht.
- Haan, de, M.W.A.** (1992). *De karakteristieken van duurlijnen van enige grondwaterafhankelijke plantengemeenschappen van Littorelletea, Isoeto-Nanojuncetea, Oxycocco-Sphagnetetea en Scheuchzerietea*. SWE-92.015, Kiwa Onderzoek en Advies, Nieuwegein.
- Haan, de, M.W.A., Jansen, A.J.M., Molenaar, W.J.** (1997). *Monitoring Overlevingsplan Bos en Natuur*. Eindrapport fase 2: Lemselermaten, Stroothuizen, Punthuizen, Middelduinen, Kil en Reggers-Sandervlak. KOA 97.233.
- Haan, de, M.W.A., Koerselman, W., Pik, W.** (1996). *Monitoring effecten van plaggen in de Middelduinen (Goeree)*. Tussenrapportage. KOA 96.085 Kiwa NV Onderzoek en Advies, Nieuwegein.
- Haan, de, M.W.A., Koerselman, W., Boschinga, van, W.** (1999). *Monitoring effecten van plaggen in de Middelduinen (Goeree)*. Kiwa NV Onderzoek en Advies, Nieuwegein.
- Hagen, van der, H., Scheres, H.** (1984). *Een onderzoek naar de relatie bodem en vegetatie in het duingebied Meijndel*. Geobotanie KU Nijmegen.
- Harkel, ten, M.J.** (1998). *Nutrient pools and fluxes in dry coastal dune grasslands*. Universiteit van Amsterdam.
- Heil, G.W., Meulen, van der, F., Harkel, ten, M.J.** (1990). *Invloed van atmosferische depositie op de ontwikkeling van droge duingraslandvegetaties*. KNAG Geografisch Tijdschrift XXIV:5 p.427-432.
- Heykena, A.** (1965). *Vegetationstypen der Küstendünen an der östlichen und südlichen Nordsee*. Mitt. Arbeitsgem. Flor. Schleswig-Holstein u. Hamburg 13.
- Hoed, den, M.A.** (1985). *De samenwerking tussen hydrologen en ecologen*. Referaat voor de Hydrologische Kring. Kiwa, Nieuwegein.
- Hullu, P.C. de, R. van Leeuwen, B.Takman & J. Kleuver**, 1993. *Planning en monitoring bij Staatsbosbeheer*. In: A.J.M. Jansen (red.), *Van hydrologische ingreep naar ecologische effectvoorspelling*. Kiwa-mededeling nr.122, Kiwa NV, Nieuwegein
- Hummelen, A.M., C. Maas, W. Senden & A.C. Zuidhoff.** (1999). *Optimalisatie Waterhuishouding Westduinen*. KOA 98.231 Kiwa N.V. Onderzoek en Advies, Nieuwegein.

- Jalink, M.H.** 1991: *Effectgerichte maatregelen tegen verzuring van natte schraallanden*. Prae-advies Wobberibben. Kiwa-rapport SWO-91.258, Nieuwegein
- Jansen, A.J.M.** (1992). *Verslag van de monitoring van effectgerichte maatregelen tegen verzuring 1991*. Lemselermaten, Middelduinen en Reggers-Sandervlak. Kiwa NV Onderzoek en Advies, Nieuwegein, SWO-92.205.
- Jansen, A.J.M.** (1996). *Effectgerichte maatregelen tegen verzuring in de natte schraallanden Lemselermaten, Middelduinen en Reggers-Sandervlak; eindrapportage fase 1 monitoring*. Kiwa NV Onderzoek en Advies, Nieuwegein.
- Jansen, A.J.M., Aggenbach, C.J.S.** (1990). *Lokale hydrologische systeemanalyse van Stroothuizen in Twente*. Kiwa-rapport SWI-90.128, Nieuwegein.
- Jones, R., Etherington, J.R.** (1971). *Comparative studies of plant growth and distribution in relation to waterlogging. IV. The growth of dune and dune slack plants*. Journal of Ecology 59.
- Kachi, N., Hirose, T.** (1983). *Limiting nutrients for plant growth in dry coastal sand dune soils*. Journal of Ecology 71 p.937-944.
- Kapteyn, K.** (1988). *Effecten van plaggen in vochtige duinvalleien (op Terschelling in het bijzonder)*. Intern rapport no. 258, Hugo de Vries-Laboratorium, Universiteit van Amsterdam.
- Koerselman, W.** (1992). *The nature of nutrient limitation in Dutch dune slacks*. In: Carter, R.W.G. Carter, Curtis, T.G.F., Sheehy-Skeffington, M.J., Coastal Dunes. *Geomorfology, Ecology and Management for Conservation* A.A. Balkema/ Rotterdam/ Brookfield.
- Koerselman, W., Meuleman, A.F.M.** (1994). *Groeibeperkende voedingsstoffen in verschillende duinvalleitypen*. SWE 94.020 Kiwa NV Onderzoek en Advies, Nieuwegein.
- Koerselman, W., Stuyfzand, P.J.** (1993). *Chemie van ondiep grondwater en bodem in relatief ongestoorde duinvalleien*. Een overzicht ten behoeve van het opstellen van ecologische streefbeelden. SWE 93.010, Kiwa NV Onderzoek en Advies.
- Kooijman, A.M., Takken, I., Dopheide, J.C.R., Sevink, J., Verstraten, J.M.** (1996). *De rol van fosfor bij vergrassing in droge delen van de Nederlandse kustduinen*. Intern rapport, Fysisch Geografisch en Bodemkundig Laboratorium, Universiteit van Amsterdam.
- Laan, van der, D.** (1978). *Fluctuations and successional changes in the vegetation of wet dune slacks on Voorne*. Phytocoenosis Biuletyn Fitosocjologiczny 7.1/2/3/4 Warsawa-Bialowieza p.105-117.
- Laan, van der, D.** (1979a). *Spatial and temporal variation in the vegetation of dune slacks in relation to the ground water regime*. Vegetatio 39:1 p.43-51.
- Laan, van der, D.** (1979b). *Gevolgen van extreme grondwaterstanden op vochtige duinvalleien. De gevolgen van enkele jaren met extreme grondwaterstanden voor de vegetatie van vochtige duinvalleien op Voorne*. Duin 2:1 p.22-24.
- Lammerts, E.J.** (1999). *Basiphilous pionier vegetation in dune slacks on the Dutch Wadden Sea Islands*. Proefschrift RU Groningen
- Lammerts, E.J., Grootjans, A.P.** (1997). *Nutrient deficiency in dune slack pioneer vegetation: a review*. Journal of Coastal Conservation 3 p.87-94.
- Lammerts, E.J., Grootjans, A.P., Stuyfzand, P., Sival, F.** (1995). *Endangered dune slack plants: gastronomers in need of mineral water*. In: Salman, A.H.P.M., Berends, H., Bonazountas, M.: Coastal Management and Habitat Conservation. EUCC, Leiden.

- Leertouwer, J.** (1967). *Macro- en microgradiënten in pH en kalkgehalte in relatie met de vegetatie op Schiermonnikoog*. Doctoraalverslag Laboratorium voor Plantenecologie RU Groningen, Haren.
- Londo, G.**, 1971. *Patroon en proces in duinvalleivegetaties langs een gegraven meer in de Kennemerduinen*. Proefschrift, KU Nijmegen. pp. 279 + bijlagen.
- Louman, E.G.M.** (1989). *Effecten van vernatting op de vegetatie in het duingebied van Zuid-Kennemerland*. Een explorerend onderzoek gericht op het aangeven van natuurbeheersmaatregelen bij reductie van de grondwaterwinning. KIWA NV, Rijswijk/Nieuwegein, SWE-88.005.
- Lyon, de, M.J.H., Roelofs, J.G.M.** (1986). *Waterplanten in relatie tot waterkwaliteit en bodemgesteldheid*. Deel 2. Lab. voor Aquatische Oecologie, K.U.Nijmegen.
- Meijden, van der, R.**, (1996): *Heukels' Flora van Nederland*. Wolters-Noordhoff, Groningen.
- Meijer, J.A., Hoed, M.A. den, Koerselman, W., Snater, H., Slings, Q.L.** (1991) *Het effect van maaien op de verruigde vegetaties in de Reggers Sandervlak: knipproeven 1984-1988*. SWE 91.005, KIWA NV, Nieuwegein
- Meulen, F. van der, Kooijman, A.M., Veer, M.A.C.** (1996). *Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in open droge duinen: eindrapport fase 1, 1991-1995*. Universiteit van Amsterdam.
- Nieuwenhuis, J.W., Barendregt, A., Besteman, B.** (1992). *Milieu-indicatiewaarden van moerasplanten in Noord-Holland*. Rapport Interfacultaire Vakgroep Milieukunde RU Utrecht/ Dienst Milieu en Water, Provincie Noord-Holland, Haarlem.
- Olf, H., Huisman, J., Tooren van, B.** (1992). *Species dynamics and nutrient accumulation during early primary succession in coastal sand dunes*. In Olf, H.: On the mechanisms of vegetation succession. Dissertatie RU Groningen p.153-178.
- Oostermeijer Jr., J.G.B.** (1987). *Oecologie, syntaxonomie, verspreiding en beheer van het *Nanocyperion flavescens* op Terschelling*. Intern rapport Hugo de Vries-lab, Universiteit van Amsterdam nr. 227.
- Ouden, den, B., m.m.v. Jalink, M.H.** (1995). *Duurlijn-karakteristieken van enkele vegetatietypen uit duinvalleien in het Renodunaal district*. SWE 94.041, Kiwa Onderzoek en Advies, Nieuwegein.
- Pemadasa, M.A., Lovell, P.H.** (1974). *The mineral nutrition of some dune annuals*. Journal of Ecology 62 p.647-657.
- Pluis, J.L.A.** (1986). *Landschapsecologisch onderzoek van het wilde konijn, *Oryctolagus cuniculus* (L.), in Meijendel*. Doctoraalverslag Fysische Geografie en Bodemkundig Laboratorium Universiteit van Amsterdam.
- Pruyt, M.** (1984). *Vegetatie, waterhuishouding en bodem in vochtige duinvalleien in het Noord-Hollands Duinreservaat*. Doctoraalscriptie VU Amsterdam.

- Rozema, J., Laan, P., Broekman, R., Ernst, W.H.O., Appelo, C.A.J.** (1985). *On the lime transition and decalcification in the coastal dunes of the province of North-Holland and the island of Schiermonnikoog*. Acta Botanica Neerlandica 34:4 p.393-411.
- Schaminée, J.H.J. et al.**, (1995, 1996, 1998, 1999). *De vegetatie van Nederland*. Deel 1 t/m 5. Opulus Press, Uppsala/ Leiden.
- Schat, H.** (1982). *On the ecology of some Dutch dune slack plants*. Proefschrift VA Amsterdam, 128 pp.
- Schat, H., Beckhoven, van, .** (1991). *Water as a stress factor in the coastal dune system*. In: Rozema, J., Verkleij, J.A.C. (eds.): *Ecological responses to environmental stresses*. Kluwer Academic Publishers. p.76-89.
- Schneider, T., Bresser, A.H.M.** (1987). *Dutch priority programme on acidification*. Verzuuringsonderzoek eerste fase, tussentijdse evaluatie. RIVM, Bilthoven.
- Schoof-van Pelt, M.M.** (1973). *Littorelletea. A study of the vegetation of some amphiphytic communities of western Europe*. Dissertatie KU Nijmegen.
- Sival, F.P.** (1997). *Dune soil acidification threatening rare plant species*. Proefschrift RU Groningen, 150 pp.
- Slings, Q.R.** (1986). *Beheersgericht onderzoek in het Noordhollands duinreservaat*. Duin 9 p.65-68.
- Slings, Q.R.** (1994). *De kalkgraslanden van de duinen. Het beheer van zeedorpenvegetaties in het Noordhollands Duinreservaat (NHD)*. De Levende Natuur 95:4 p.120-128.
- Staatsbosbeheer** (2002). *Catalogus Vegetatietypen*. Staatsbosbeheer Driebergen.
- Stuyfzand, P.J.** (1984). *Effecten van vegetatie en luchtverontreiniging op grondwaterkwaliteit in de Kalkrijke duinen*. H2O 3 p. 52-57 en 62.
- Stuyfzand, P.J.** (1990). *Hydrochemical facies analysis of coastal dunes and adjacent lowlands: The Netherlands as an example*. Catena supplement 18 p.121-132.
- Stuyfzand, P.J.** (1993). *Hydrochemistry and hydrology of the coastal dune area of western Netherlands*. Proefschrift, VU Amsterdam.
- Stuyfzand, P.J., Moberts, F.M.L.** (1987). *De bijzondere hydrologie van kwelplassen in duinen met kunstmatige infiltratie*. H2O 3 p.52-57 en 62.
- Sýkora, K.V.** (1978). *De invloed van de extreme droogte van 1976 op enkele vennen en op de duinvalleien van Terschelling*. Rapport botanisch laboratorium, Afdeling Geobotanie, KU Nijmegen.
- TNO** (1986). *Verklarende hydrologische woordenlijst*. Commissie voor hydrologisch onderzoek TNO, 's Gravenhage. Rapporten en nota's no.16.
- Tooren, van, B., Schat, H., Borg, ter, S.J.** (1983). *Succession and fluctuation in the vegetation of a Dutch beach plain*. Vegetatio 53 p.139-153.
- Veer, M.** (1998). *Effect of grass-encroachment and management measures on vegetation and soil of coastal dry dune grasslands*. Proefschrift Universiteit van Amsterdam.
- Vertegaal, C.T.M.** (1998). *Effecten van saltspray (reductie) op natuurwaarden in de duinen: 1. Overzicht van de beschikbare literatuur en analyse van leemten in kennis*. Notitie Samenwerkingsverband Maasvlakte 2 Varianten.

- Visser, G.** (1973). *Chemische samenstelling, flora en fauna van binnendijks water op Terschelling, speciaal met betrekking tot duinplassen*. Rapport Biologisch Station Oosterend, Terschelling.
- Vries, de, V.** (1961). *Vegetatiestudie van de westpunt van Vlieland*. Proefschrift Universiteit van Amsterdam. 187 pp. + bijlagen.
- Wallage-Drees, J.M.** (1988). *Rabbits in the coastal sand dunes; weighed and counted*. Dissertatie RU Leiden.
- Weeda, E.J., Westra, R., Westra, Ch., Westra, T.** (1985/1987/1988/1991/1994). *Nederlandse Oecologische Flora. Wilde planten en hun relaties 1/2/3/4/5*. IVN i.s.m. VARA en VEWIN. Amstelveen.
- Westhoff, V.** (1947). *The vegetation of dunes and salt marshes on the Dutch islands of Terschelling, Vlieland and Texel*. Proefschrift, R.U. Utrecht.
- Westhoff, V., Bakker, P.H., Leeuwen, van, C.G., Voo, van der, E.E.** (1970/1973). *Wilde Planten. Flora en vegetatie in onze natuurgebieden*. Deel 1: algemene inleiding, duinen, zilte gronden. Deel 3: De hogere gronden. Vereniging tot behoud van natuurmonumenten in Nederland.
- Westhoff, V., Held, den, A.J.** (1969). *Plantengemeenschappen in Nederland*. Thieme, Zutphen. 324 pp..
- Westhoff, V., Oosten, van, M.F.** (1991). *De plantengroei van de Waddeneilanden*. KNNV natuurhistorische bibliotheek nr. 53, Utrecht.
- Willis, A.J.** (1963). Braunton Burrows: *The effects on the vegetation of the addition of mineral nutrients to the dune soils*. Journal of Ecology 51 p.353-374.
- Willis, A.J., Yemm, E.W.** (1961). *Braunton Burrows: Mineral nutrient status of dune soils*. Journal of Ecology 49 p.377-390.
- Wirdum, van, G.** (1979). *Ecoterminologie en grondwaterregime*. WLO-mededelingen 6:3 p.19-24.
- Zeevalking, H.J., Fresco, L.F.M.** (1977). *Rabbit grazing and species diversity in a dune area*. Vegetatio 35 p. 193-196.
- Zoon, F.C.** (1995). *Biotic and abiotic soil factors in the succession of sea buckthorn, Hippophae rhamnoides L. in coastal sand dunes*. Dissertatie LU Wageningen.

6

SOORTENLIJST ¹⁵⁸

| Nederlandse naam | Wetenschappelijke naam | komt voor in tabel en noot |
|--|--|---|
| Akkerdistel | Cirsium arvense | 7.4 n.24 |
| Akkerhoornbloem | Cerastium arvense | 7.3 n.23 |
| Armbloemige waterbies | Eleocharis quinqueflora | 7.4 n. 7 |
| Blauwe zegge | Carex panicea | 7.3 n.21, 7.4 n.33, 7.5 n. 5, 7.6 n. 6 |
| Bleekgele droogbloem | Gnaphalium luteo-album | 7.2 n. 5 |
| Borstelbies | Isolepis setacea | 7.2 n. 2, 7.4 n.29 |
| Bosaardbei | Fragaria vesca | 7.4 n.37 |
| Dauwbraam | Rubus caesius | 7.5 n.12 |
| Drienervige zegge | Carex trinervis | 7.3 n. 1, 7.4 n.20, 7.5 n. 6, 7.6 n. 8 |
| Drijvend fonteinkruid | Potamogeton natans | 7.3 n. 5 |
| Duindoorn | Hippophae rhamnoides | 7.4 n.26, 7.5 n. 4 |
| Duinriet | Calamagrostis epigejos | 7.3 n.19, 7.4 n. 4, 7.5 n. 1 |
| Dwergbloem | Anagallis minima | 7.2 n. 6, 7.4 n.30 |
| Dwergglas | Radiola linoides | 7.2 n. 1, 7.3 n.17, 7.6 n. 9 |
| Dwergzegge ¹⁵⁹ | Carex oederi cf.ssp.oederi | 7.1 n.13, 7.2 n.10, 7.3 n.13, 7.4 n. 5 |
| Egelboterbloem | Ranunculus flammula | 7.1 n. 9, 7.3 n. 4, 7.4 n.15 |
| Fijn schapegras ¹⁶⁰ | Festuca (cf.) filiformis | 7.3 n.14, 7.4 n.36, 7.6 n.12 |
| Fioringras | Agrostis stolonifera | 7.1 n.12, 7.4 n.23 |
| Fraai duizendguldenkruid | Centaurium pulchellum | 7.2 n. 8, 7.4 n.13 |
| Geel walstro | Galium verum | 7.6 n.19 |
| Geelhartje | Linum catharticum | 7.4 n. 9 |
| Gestreepte witbol | Holcus lanatus | 7.3 n.20 |
| Gewone veldbies | Luzula campestris | 7.5 n.15 |
| Gewone waternavel | Hydrocotyle vulgaris | 7.1 n. 8, 7.3 n. 2, 7.4 n.18, 7.5 n. 7, 7.6 n. 7 |
| Gewone/Slanke waterbies ¹⁶¹ | Eleocharis palustris & E. uniglumis | 7.1 n. 4, 7.3 n. 3, 7.4 n.16 |
| Gewone/Smalle rolklaver | Lotus corniculatus s.l. | 7.5 n.11, 7.6 n.11 |
| Gewoon reukgras | Anthoxanthum odoratum | 7.3 n.24, 7.4 n.42, 7.6 n.10 |
| Gewoon struisgras | Agrostis capillaris | 7.3 n.26, 7.4 n.43, 7.6 n.15 |
| Greppelrus | Juncus bufonius | 7.2 n. 3, 7.3 n.18, 7.4 n.21 |
| Grote tijm | Thymus pulegioides | 7.6 n.20 |
| Grote waterweegbree | Alisma plantago-aquatica | 7.1 n.17 |
| Harlekijn | Orchis morio | 7.6 n. 4 |
| Heelblaadjes | Pulicaria dysenterica | 7.4 n.28 |
| Hertshoornweegbree | Plantago coronopus | 7.2 n. 9 |
| Hondsviooltje | Viola canina | 7.3 n.27, 7.4 n.40, 7.6 n. 1. |
| Kale jonker | Cirsium palustre | 7.4 n.25 |
| Knolrus s.l. | Juncus bulbosus | 7.1 n.14 |
| Knobbies | Schoenus nigricans | 7.4 n. 1, 7.5 n. 3 |
| Kranswieren-GROEP | Chara aspera en Chara globularis | 7.1 n. 2 |
| Kruipende boterbloem | Ranunculus repens | 7.4 n.22 |





| Nederlandse naam | Wetenschappelijke naam | komt voor in tabel en noot |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Liggende vetmuur | <i>Sagina procumbens</i> | 7.3 n.10, 7.4 n. 8 |
| Moerasdroogbloem | <i>Gnaphalium uliginosum</i> | 7.2 n. 4 |
| Moerasstruisgras | <i>Agrostis canina</i> | 7.1 n.15, 7.3 n.16 |
| Moeraswalstro | <i>Galium palustre</i> | 7.4 n.19 |
| Moeraswespenorchis | <i>Epipactis palustris</i> | 7.4 n. 6 |
| Muizeoor | <i>Hieracium pilosella</i> | 7.4 n.45, 7.6 n.18 |
| Oeverkruid | <i>Littorella uniflora</i> | 7.1 n. 3 |
| Ondergedoken moerasscherm | <i>Apium inundatum</i> | 7.1 n. 6 |
| Ongelijkbladig fonteinkruid | <i>Potamogeton gramineus</i> | 7.1 n. 1 |
| Padderus | <i>Juncus subnodulosus</i> | 7.3 n. 8, 7.4 n.17 |
| Riet | <i>Phragmites australis</i> | 7.1 n. 7, 7.5 n. 8 |
| Rood en Duinzwenkgras | <i>Festuca rubra</i> s.l. | 7.4 n.35, 7.5 n.9, 7.6 n.13 |
| Ruig viooltje | <i>Viola hirta</i> | 7.4 n.38, 7.5 n.13 |
| Ruw walstro | <i>Galium uliginosum</i> | 7.3 n. 9, 7.4 n.11 |
| Schapezuring | <i>Rumex acetosella</i> | 7.3 n.29, 7.6 n.17 |
| Sierlijke vetmuur | <i>Sagina nodosa</i> | 7.2 n.12, 7.3 n.11 |
| Sikkelmos | <i>Drepanocladus spec.</i> | 7.3 n. 6 |
| Slanke waterweegbree | <i>Alisma lanceolatum</i> | 7.1 n.16 |
| Smalle weegbree | <i>Plantago lanceolata</i> | 7.4 n.39 |
| Stijve ogentroost | <i>Euphrasia stricta</i> | 7.4 n. 2 |
| Strandduizendguldenkruid | <i>Centaurium littorale</i> | 7.2 n.11, 7.4 n.12 |
| Tandjesgras | <i>Danthonia decumbens</i> | 7.3 n.28, 7.4 n.41, 7.6 n. 2 |
| Teer guichelheil | <i>Anagallis tenella</i> | 7.2 n. 7, 7.4 n.31 |
| Tormentil | <i>Potentilla erecta</i> | 7.3 n.22, 7.4 n.34, 7.5 n.14 |
| Veldgentiaan | <i>Gentianella campestris</i> | 7.6 n. 3 |
| Vijfvingerkruid | <i>Potentilla reptans</i> | 7.4 n.27 |
| Vleeskleurige orchis | <i>Dactylorhiza incarnata</i> | 7.4 n.10 |
| Voorjaarszegge | <i>Carex caryophyllea</i> | 7.4 n.44, 7.6 n.16 |
| Vroege haver | <i>Aira praecox</i> | 7.6 n.21 |
| Watermunt | <i>Mentha aquatica</i> | 7.1 n.11 |
| Waterpunge | <i>Samolus valerandi</i> | 7.1 n. 5, 7.3 n. 7, 7.4 n.14 |
| Zandpaardebloem | <i>Taraxacum laevigatum</i> | 7.5 n.16 |
| Zandzegge | <i>Carex arenaria</i> | 7.3 n.25, 7.5 n.10, 7.6 n.14 |
| Zeegroene zegge | <i>Carex flacca</i> | 7.3 n.12, 7.4 n. 3, 7.5 n. 2 |
| Zilte waterranonkel | <i>Ranunculus baudotii</i> | 7.1 n.18 |
| Zomprus | <i>Juncus articulatus</i> | 7.1 n.10 |
| Zwarte zegge | <i>Carex nigra</i> | 7.3 n.15, 7.4 n.32, 7.6 n. 5 |


NOTEN BIJ PAGINA 175 T/M 177:






- 158 Naar CBS (1997). We gebruiken deze oudere publicatie i.p.v. de nieuwste versie om afwijkingen van de naamgeving in de diverse boeken van de indicatorenserie te vermijden.
- 159 Dwergzegge: in het onderzochte materiaal is meestal geen subspecies opgegeven maar 'Carex oederi' zonder toevoeging van ssp.oederi = Dwergzegge of ssp. oedocarpa = Geelgroene zegge. In duinen gaat het daarbij zo goed als altijd om de ssp. oederi.
- 160 Fijn schapegras: vroeger, zoals ook in het onderzochte materiaal, is Schapegras meestal opgegeven als 'Festuca ovina s.l.'. In duinen gaat het daarbij zo goed als altijd om Festuca filiformis (voorheen Festuca ovina ssp.tenuifolia)
- 161 Gewone/Slanke waterbies: in het onderzochte materiaal worden deze soorten niet altijd onderscheiden, ze zijn daarom hier samengevoegd. Waarschijnlijk betreft het hier in het Renodunaal district vooral Slanke waterbies.

legenda

SOORT

-  Onder 'terreincondities': hoge bedekking wijst op*
-  hoge presentie/lage bedekking wijst op*
-  lage presentie / lage bedekking wijst op*
-  ? indicatie is onduidelijk (voor de aangegeven klasse)

<en> soortbereik zet zich in belangrijke mate voort in de aangegeven richting van het deel 'terreincondities':
 soort afwezig bij deze conditie

- Onder 'reactie op':
-  ++ verschijnen wijst op
 -  + toename wijst op
 -  - afname wijst op
 -  - verdwijnen wijst op
 -  de soort vertoont ófwel geen reactie op deze verandering óf het is onbekend of zij hierop reageert

TERREINCONDITIES

WATERREGIME

- 1A** aquatisch
- 1B** zeer nat
- 2** nat
- 3** matig nat
- 4** vochtig
- 5** matig droog
- 6** droog

ZUURGRAAD

- 1** basisch
- 2** neutraal
- 3** zwak zuur
- 4** matig zuur
- 5** zuur

TROFIEGRAAD

- 1** oligotroof = zeer voedselarm
- 2** mesotroof = voedselarm
- 3** zwak eutroof = zwak voedselrijk
- 4** matig eutroof = matig voedselrijk
- 5** eutroof = voedselrijk
- 6** zeer eutroof = zeer voedselrijk

BUFFERING (VAN DE ZUURGRAAD)

- B** buffermechanisme tegen verzuring werkzaam**
- KB** buffering door kwel en/of capillaire opstijging van baserijk grondwater
- KC** buffering door kwel en/of capillaire opstijging van basenarm of matig baserijk grondwater
- BB** buffering door in de bodem aanwezige kalk (> 0.25% CaCO₃)
- ZB** buffering door overstroming met brak oppervlaktewater
- N** geen van de genoemde buffermechanismen tegen verzuring werkzaam
- STN** stagnatie van regenwater en relatief zure omstandigheden

* de soort hoeft onder de betreffende condities niet altijd met hoge bedekking of hoge presentie voor te komen.

** door kwel van grondwater, door in de bodem aanwezige kalk en / of overstroming met brak oppervlaktewater.

De kwalificaties hebben vooral betrekking op processen en zijn niet gekoppeld aan exacte waarden voor de alkaliteitsgraad

Vervolg legenda op linkerpagina

REACTIE OP

- Y soort ijlt lang na (vanuit een ander vegetatietype / eerder successiestadium)

BEHEERSEFFECT

- X vergraven
P plaggen
T tred
N niets doen
M maaien
W extensieve beweiding
⌘ maaien stoppen
w beweiden stoppen

SUCCESSIE/DEGRADATIE

- 1 AS van Ongelijkbladig fonteinkruid
 - 2 AS van Waterpunge & Oeverkruid
 - 3 Riet-klasse en RG Riet [Riet-klasse]
 - 4 AS van Drienervige & Zwarte zegge
 - 5 RG Duinriet [Klasse der kleine Zeggen]
 - 6 AS van Maanvaren en Vleugeltjesbloem
 - 7 Klasse der droge graslanden op zandgrond
- A Als de vegetatie zich sluit, neemt de soort af en verdwijnt op den duur.

Serie indicatorsoorten:

- 1 Methode en toepassing
- 2 Beekdalen
- 3 Laagveenmoerassen
- 4 Hoogvenen
- 5 Vennen
- 6 Duinvalleien (kalkarme duinen)
- 7 Duinvalleien (kalkrijke duinen)
- 8 Droge duinen
- 9 Boezemlanden
- 10 Uiterwaarden

