

KALKRIJKE VEGETATIES IN EEN DUINVALLEI OP SCHIERMONNIKOOG

Hans Esselink, Ab Grootjans, Paulien Hartog en Theo Jager

Kalkminnende plantensoorten gaan de laatste tijd in aantal achteruit. Precieze documentatie hierover is er helaas nog niet. Op Schiermonnikoog is er echter een langlopend vegetatie-onderzoek geweest. Dit onderzoek illustreert de achteruitgang van kalkminnende planten, geeft een aantal hypothesen over de oorzaken daarvan en doet enkele voorstellen ten aanzien van het beheer. In dit artikel staan de belangrijkste conclusies.

Van oudsher vormen de duinen met hun duinvalleien een dynamisch milieu. Vlakbij de zee ontstonden steeds nieuwe zeerepen door het groeien en aaneensluiten van duinen. Daarbij werden strandvlakten afgesnoerd die zich verder tot primaire duinvalleien ontwikkelden. Meer landinwaarts ontstonden door verstuiwingen secundaire valleien, die vaak tot op het grondwater werden uitgeblazen. Samen met de primaire valleien vormen deze uitgeblazen stuifkuilen een nat kalkrijk milieutype, waarin een hele reeks van zeldzame plantensoorten hun bestaan hebben gevonden.

Op veel plaatsen is echter een kentering in deze ontwikkelingen opgetreden door grootschalige waterwinning, eutrofiëring met geïnfiltrerd oppervlaktewater en door bosaanplant met als doel het tegengaan van verstuiwingen. Op de Wadden-eilanden zijn deze veranderingen veelal minder ingrijpend en grootschalig geweest dan in de Hollandse duinen, maar ook hier gaan verschillende plantensoorten van kalkrijke duinvalleien in aantal gestaag achteruit. Veel gedetailleerde documentatie over deze achteruitgang en de oorzaken is echter niet aanwezig.

Een globale vergelijking van vindplaatsen van voor en na 1950 (15) laat zien dat soorten als Moeraskartelblad, Sturmia, Parnassia en Oeverkruid in het Wadden-district een achteruitgang vertonen van ongeveer 20% (tabel 1). In het Duindistrict (Hollandse duinen) en op het 'vaste land' is de achteruitgang ruim drie keer zo groot. Deze cijfers zijn mogelijk geflatteerd aangezien de gegevens betrekking hebben op het wel of niet voorkomen van deze soorten in gebieden van 5 bij 5 km. Ook binnen deze gebieden heeft zich ongetwijfeld een grote achteruitgang van kalkminnende soorten voorgedaan en wel met name in de periode na 1950.

Achteruitgang

De eerste uitvoerige vegetatiebeschrijvingen dateren van 1964, toen Frijlink een 40-tal permanente kwadraten installeerde en verspreidingskaartjes vervaardigde van een groot aantal zeldzame plantensoorten (8). Sindsdien werden vegetatiebeschrijvingen uitgevoerd in 1977 (7), 1983 (25) en in 1987 (6).

In 1977 bleken verscheidene zeldzame soorten ten opzichte van 1964 sterk in aantal te zijn achteruitgegaan (tabel 2).

Tabel 1. Procentuele afnames (sinds 1950) van enkele kalkminnende plantensoorten, zoals geregistreerd in uurhokken van 5 x 5 km (15).

Soorten	Percentage afname in:		
	Wadden district	Duin district	Overig Nederland
Vleeskleurige Orchis	0	11	70
Moeraskartelblad	17	53	58
Sturmia	20	71	61
Parnassia	33	46	74
Teer Guichelheil	38	71	83

Onderzoek

Om de achteruitgang van zeldzame soorten in kalkrijke duinvalleien te illustreren bespreken we hier de resultaten van een langjarig onderzoek op het eiland Schiermonnikoog (figuur 1) van de vakgroep Plantenecologie van de Rijksuniversiteit Groningen. Sinds het begin van de 60-er jaren werd de vegetatieontwikkeling in het duinvalleicomplex 'Het Kapenglop' sprongsgewijs gevolgd. De ontwikkeling van de vegetaties werd met behulp van vegetatie-opnamen op vaste plekken (permanente kwadraten) en verspreidingskaartjes van afzonderlijke soorten vastgelegd.

De studieperiode omvat een reeks van droge en natte jaren, zodat ondermeer de invloed van de variatie in weersomstandigheden op de vegetatie kan worden besproken. Recentelijk zijn ook de resultaten van gedetailleerd bodemkundig en hydrologisch onderzoek beschikbaar gekomen, zodat tevens een poging gedaan kan worden het mechanisme te ontrafelen, dat de achteruitgang van kalkrijke soorten veroorzaakt.

Een nadere analyse van de veranderingen in de permanente kwadraten in 1977 leerde, dat de vegetatie sterk was verdroogd en bovendien matig tot sterk verruigd. Aanvankelijk leefde het idee dat de nabijgelegen waterwinning in de Hertenbosvallei ook het Kapenglop zou hebben beïnvloed. Deze vingerwijzing naar de waterwinning was toen echter niet overtuigend, aangezien het opnamejaar 1977 in een periode viel met een aantal zeer droge jaren, waaronder het extreem droge jaar 1976 (figuur 2). De beheerders van de Dienst der Domeinen maakten gebruik van de lage grondwaterstanden om een deel van de inmiddels verruigde vegetatie te maaien, wat daarvoor nooit gebeurde.

Een vervolgonderzoek in 1983 was beter 'getimed'. Het vegetatieonderzoek viel in een periode met een normaal neerslagoverschot gedurende verscheidene jaren. Een analyse van de permanente kwadraten liet zien dat de 'verdroging' goeddeels was opgeheven, maar dat soorten van kalkrijke standplaatsen juist zeer sterk in aantal achteruit gingen.

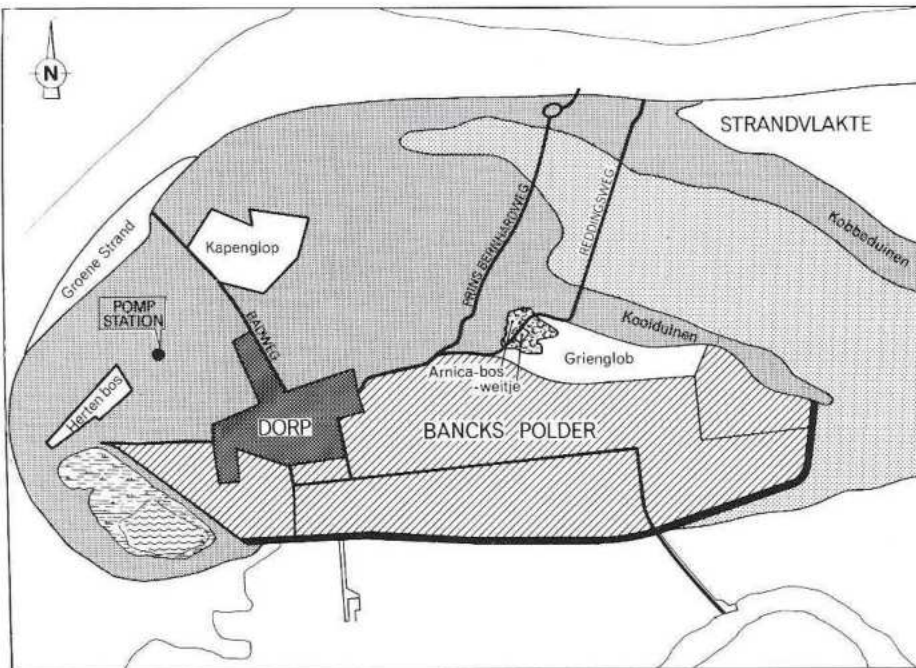


Fig. 1. Ligging van de belangrijkste studiegebieden op Schiermonnikoog.

waren, ook in de gemaaid stukken.

In 1987, na nog een aantal natte jaren, was de achteruitgang van soorten van kalkrijke standplaatsen zelfs gestegen tot ver boven de 90% (tabel 2). De achteruitgang van de Knopbies kon niet worden gekwantificeerd omdat de soort in 1964 kennelijk zo algemeen en vegetatievormend was, dat karteren niet nodig werd geacht. In 1987 was de soort evenwel nauwelijks meer aanwezig. Een analyse van de niet verruigde permanente kwadraten liet eveneens een verdere ontwikkeling zien in de richting van zuurdere vegetatietypen.

Pendelende soorten

Inmiddels waren met name langs de randen van de valleien hoogopgaande struiken of zelfs bos ontstaan. Goed ontwikkelde kruidenrijke vegetaties langs de gehele hoogtegradiënt waren nog maar beperkt aanwezig. Slechts in één geval kon de ontwikkeling van de kruidenvegetatie over de gehele onderzoeksperiode met min of meer naast elkaar liggende permanente kwadraten worden gevolgd. Wanneer we de veranderingen over ruim twintig jaar langs de gehele hoogtegradiënt bekijken, dan blijken erg veel soorten te reageren op meerjarige droge en natte perioden (figuren 2 en 3). Niet alleen één- of tweejarige, zoals Geelhartje, Moeraskartelblad en Stijve Ogentroost pendelen over de gradiënt, maar ook overjarige soorten als Moeraswespenorchis en Waterbies.

Na een reeks droge jaren blijken soorten van de hygroserie (planten van uitgesproken natte standplaatsen), zoals Waterbies en Steenbies zich terug te trekken naar de laagste delen. Soorten van de mesoserie (planten van vochtige standplaatsen) zoals Knopbies, Vleeskleurige Orchis, Moeraswespenorchis en Moe-

raskartelblad duiken ook op die laagste plaatsen op, samen met soorten van het Oeverkruidverbond. Bovenaan de gradiënt verdwijnen soorten als Zeegroene Zegge, Geelhartje en Parnassia.

Na een reeks van natte jaren kruipen Waterbies en Steenbies weer langs de helling omhoog, samen met nieuwkomers van zure venen zoals Veenpluis en Wateraardbei. De soorten van kalkrijke standplaatsen worden geheel teruggedrongen en handhaven zich zelfs niet op plaatsen waar ze vroeger hun hoofdverspreiding hadden. Knopbies, Moeraswespenorchis en Parnassia weten zich slechts in kleine aantallen op de hoger gelegen flanken te handhaven temidden van soorten van zure milieu's als Borstelgras en Dopheide.

Tabel 2. Procentuele afname (sinds 1964) van enkele soorten in het Kapenglop op Schiermonnikoog, zoals geregistreerd in vakken van 10 x 10 m.

Soorten	Percentage afname in:	
	1977	1987
Rozenkransje	75	90
Moeraskartelblad	68	97
Moeraswespenorchis	29	95
Vleeskleurige orchis	7	97
Sturmia (100-200 ex.)	100	100
Herminium (50 ex.)	100	100

Aan toegenomen inundaties kan dit 'tegen de gradiënt opkruipen' niet liggen, want vroeger kwamen de kalkminnende soorten bij gelijke waterstanden juist veel lager voor, namelijk grenzend aan de vegetaties van het Oeverkruidverbond. Heden ten dage kan men verkommerde exemplaren van Knopbies en Moeraswespenorchis in het Kapenglop alleen

nog aantreffen in een zone van enkele centimeters boven de hoogwaterlijn (hoogste grondwaterstand gedurende het seizoen). Vlak onder die hoogwaterlijn komen op een aantal plaatsen nog de Vleeskleurige Orchis en Moeraskartelblad voor. Dit gedeelte van de gradiënt blijkt dus voor een aantal zeldzame duinvalleisoorten een laatste vluchtplaats te zijn, hoewel het voor de meeste van die soorten als een marginaal milieutype moet worden beschouwd.

Kalkgehalte en ouderdom

Aangezien in de tachtiger jaren de grondwaterstand zich herstelde, maar de oorspronkelijke vegetatie niet, vermoedden wij dat zich voor de plant in het abiotische milieu een definitieve verandering had voorgedaan. Om een beter inzicht te verkrijgen in de rol van het kalkgehalte van de bodem en de ionensamenstelling van het grondwater zijn valleien van verschillende ouderdom nader onderzocht. Grondwater en bodem werden op verschillende diepten bemonsterd.

Uit onze metingen in het Kapenglop blijken de vallei en de direkt aangrenzende flanken vrijwel geheel ontkalkt te zijn. In de diepste monsterpunten (1 meter) vonden wij kalkpercentages van de bodem tussen 0.04 en 0.15%, met een enkele uitschieter tot 0.27%. In de bovenste laag van de minerale gronden (zonder humus) lagen de waarden tussen 0.01 en 0.08%. De door ons gemeten waarden liggen dus ruim beneden de 0.3%, die door verscheidene auteurs als een belangrijk keerpunt wordt gezien (4, 17, zie ook 6). Bij meer dan 0.3% kalk is de grond gebufferd en ligt de pH rond de 8. Bij een lager kalkgehalte verliest de bodem zijn bufferend vermogen en verzuurt zij snel.

Op Schiermonnikoog, het meest kalkrijke Waddeneiland, ligt het initiële kalkgehalte van het zand in de zeereep rond de 1

procent. Uitgaande van de ontkalkingsconstante voor de toplaag van 0-10 cm (17) wijzen de door ons gevonden kalkpercentages van ongeveer 0.04% op een leeftijd voor het Kapenglop van ca. 400 jaar. Dit komt goed overeen met de schatting uit historische bron (13). Op grond van dezelfde berekeningsmethode wordt een verandering van het kalkge-

halte van 1 tot het cruciale punt van 0.3% al bereikt na ongeveer 160 jaar.

Wij moeten dus concluderen, dat het Kapenglop in de bovenlaag al meer dan 200 jaar volledig is ont kalkt. Daarnaast hebben wij geen aanwijzing gevonden dat overstuiving met kalkrijk zand vanuit meer noordelijk gelegen duincomplexen deze ont kalking heeft kunnen compenseren. Deze rond 1850 gevormde duinen

In het Kapenglop, dat zich vrij dicht bij het centrum van de zoetwaterlens bevindt (en dus binnen het grote hydrologische systeem als een infiltratiegebied beschouwd moet worden), troffen wij een afwisselend patroon van kalkarme en kalkrijke grondwatertypen aan (figuur 5). Onder de kopjes in de vallei zijn duidelijk kleine kalkarme infiltratiebellen te onderscheiden die als het ware 'drij-

lood zijn. Op grond van berekeningen aan ont kalkingssnelheid in lysimeters te Castricum (20) blijkt echter dat voor een gemiddelde ont kalking van 1 procent naar 0.3 procent tot op een diepte van 2.5 meter bij benadering 1800 jaar gerekend moet worden. Dit betekent, dat de bodemlagen waar het bij ons om gaat, niet in deze periode totaal uit geloogd kunnen zijn, zodat bij gelijkblijvende grondwaterstromen geen grote veranderingen in watertypen te verwachten zijn. Hoewel dus op het eerste gezicht de grondwaterstandssituatie zich anno 1988 hersteld lijkt te hebben van de droge zeventiger jaren, moeten zich in de (lokale) grondwaterstromingen van het gebied toch veranderingen hebben voorgedaan, die zich uiten in een vervanging van kalkrijk grondwater door een kalkarm watertype.

Hydrologie

Onze kennis over de lokale en regionale hydrologische systemen in duincomplexen schiet nog te kort om aan te geven welke oorzaken debet zijn aan de door ons veronderstelde gewijzigde grondwaterstromen in het Kapenglop. Wel kunnen wij hier proberen een aantal wijzigingen in de waterhuishouding op een rijtje te zetten. Hoe deze wijzigingen het hydrologisch systeem hebben beïnvloed zal door hydrologen beantwoord moeten worden.

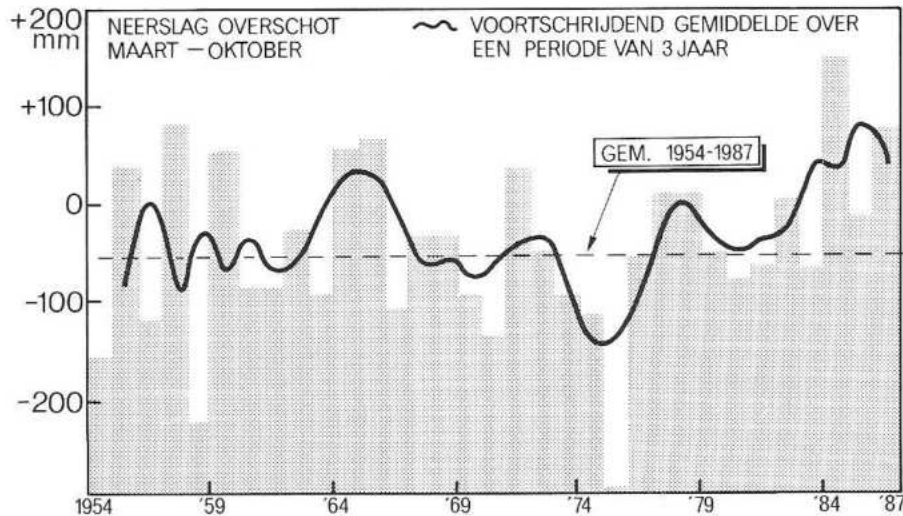


Fig. 2. Neerslag overschot over de periode 1954-87 naar gegevens van het weerstation Schiermonnikoog (KNMI 1987).

bevatten kalkgehaltenes rond de 0.6% (14), maar in het Kapenglop zelf werden door ons geen verhoogde kalkgehaltenes gevonden.

In tegenstelling tot eerdere veronderstellingen (9) blijkt de drastische vegetatieverandering binnen 23 jaar dus niet verklaard te kunnen worden uit de natuurlijke ont kalking van de bodem.

Hydrologische systemen

De zoetwaterbel onder duinmassieven is ontstaan door infiltratie van regenwater. Vanwege het lagere soortelijk gewicht 'drijft' deze bel op het zoute zeewater. Er ontstaat na verloop van tijd een evenwichtssituatie, waarbij op de grens van het zoete en zoute water de neerwaartse druk van het zoete water even groot is als de opwaartse druk van het zoute water. Dit principe is rond de eeuwwisseling bekend geworden als het Ghijben-Herzberg principe (2 en 3).

Doordat de zoetwaterbel van bovenaf wordt gevoed door regenwater doen zich ondergronds stromingen voor, waarbij in het centrum van de lens een infiltratiezone en aan de rand een kwelzone te onderscheiden is (figuur 4) (22 en 3). Ten gevolge van het ondergronds afgelegde traject is het opkwellende water aan de rand van de zoetwaterbel sterk aangerijkt met opgeloste mineralen uit het duinzand en dus anders van samenstelling dan het recent uit neerslag afkomstige water, dat alléén kalkrijk is, indien het duinzand voldoende vrij oplosbaar kalk bevat (2, 3, 5, 12, 21 en 23).

ven' in kalkrijkere watertypen. Slechts op enkele plekken bereikt het kalkrijke grondwater de wortelzone van de vegetatie en het is ook op deze plekken, waar nog de laatste restanten van kalkminnende vegetatietypen worden aangetroffen.

In het grootste deel van de onderzochte raai werd in 1987 het kalkrijke grondwater tot een diepte van 50 cm 'afgedekt' door een kalkarm mengwatertype.

Hypothese

Het tot in de zestiger jaren voorkomen van kalkminnende vegetaties in het Kapenglop is dus niet gekoppeld aan een kalkrijke bovengrond. Eveneens moet voeding met kalkrijk water uit het diepe hydrologische systeem uitgesloten worden vanwege de centrale ligging van het Kapenglop. Gezien de kalkgehalten valt zeer lokale verrijking vanuit stuifduintjes ook uit te sluiten.

De vroegere kalkrijkdom van het Kapenglop moet o.i. worden verklaard vanuit de werking van een middelgroot lokaal hydrologisch systeem. Wij veronderstellen, dat het grootste deel van het Kapenglop tot in de zestiger jaren gevoed werd door een kalkrijk watertype uit ondiepere lagen. Onze hypothese luidt nu dat een tamelijk abrupte verandering in dit lokale hydrologische systeem verantwoordelijk is geweest voor de recente verzuring van de vallei.

Een mogelijkheid zou kunnen zijn dat de (ondiepere) lagen waarin aanrijking van het water plaatsvond, inmiddels uitge-

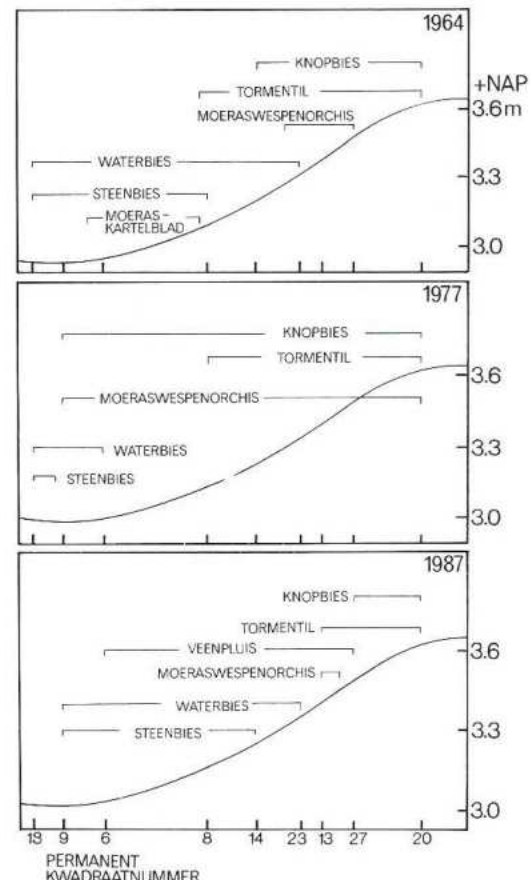


Fig. 3. Voorkomen van enkele plantensoorten op een hoogtegradiënt in de duinvallei Het Kapenglop op Schiermonnikoog in drie verschillende jaren.

In de zestiger jaren werd een nieuwe riolering aangelegd, waarop de afwatering van de sportvelden werd aangesloten (27). Dit en de verbeterde drooglegging van het dorp (in de vijftiger jaren was het dorp nog zo nat, dat in het plantsoen regelmatig eenden zwommen; pers. med. Koning), kan van invloed zijn geweest op de ondergrondse afstroming naar het Kapenglop. Ook zijn de duinen momenteel meer dan vroeger met vegetatie begroeid en ingeplant met bos, wat een grotere verdamping tot gevolg heeft gehad. De invloed hiervan op de waterpiegel is moeilijk te kwantificeren, maar met een verlaging van 10-20 cm moet toch wel rekening worden gehouden (2).

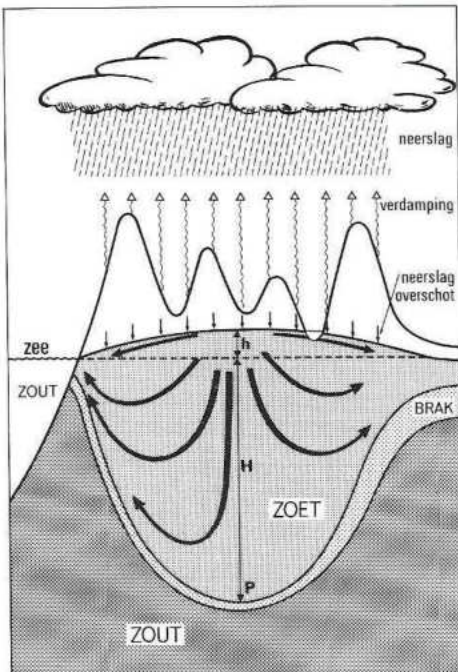


Fig. 4. Zoetwaterbel en hoofdgrondwaterstromen onder een duincomplex (naar Bakker 1981). h = afstand opbolling tot NAP en H = afstand NAP tot grensvlak zoet/zout. Neerwaartse druk van zoetwaterbel = opwaartse druk zoute grondwater (P).

Tenslotte kan ook een invloed van de drinkwateronttrekking in de nabijgelegen Hertenbosvallei niet uitgesloten worden. Momenteel worden verschillende scenario's van onttrekkingshoeveelheden doorgerekend (1) om het effect te kwantificeren. Voor het Kapenglop lijkt vooral van belang te zijn, in hoeverre door een drukvermindering een verlaging is opgetreden in de 'opbolling' van de zoetwaterlens onder het nabij gelegen duingebied. Mogelijk is hierdoor een omkering of stagnatie in de oppervlakkige afstroming van het water opgetreden (verschuiving van de waterscheiding). Deze veranderingen zouden in principe de toestrooming van kalkrijk grondwater naar de vegetatie hebben kunnen verminderen of zelfs geheel hebben kunnen opheffen.

Verstuivingen

Mocht uit de berekeningen blijken dat de

toestrooming van kalkrijk grondwater naar de vegetatie in het Kapenglop inderdaad is verminderd, dan is daarmee het verdwijnen van de kalkminnende Knopbiesvegetaties in de 80-er jaren wel verklaard, maar niet het feit dat zo'n kalkrijke pioniervegetatie het tot de 60-er jaren heeft volgehouden. Het Kapenglop is immers al zeker honderd jaar geen strandvlakte meer en dus zou men er al lang geen pioniervegetaties meer verwachten. Een Knopbiesvegetatie heeft 10 tot 20 jaar nodig om zich optimaal te ontwikkelen (24). Aangezien goed ontwikkelde Knopbiesvegetaties met veel *Sturmia* en andere orchideeën reeds in het begin van de jaren '50 in het Kapenglop werden gesignaleerd (26 en 11), moet de Knopbies zich dus ongeveer in de 30-er jaren op deze plekken gevestigd hebben.

Uit foto's blijkt nu dat in de 30-er jaren uitgebreide zandverstuivingen in het Kapenglop hebben plaatsgevonden. Wij vermoeden, dat in deze periode door uitstuiving tot op het grondwater en dus niet door overstuiving met kalkrijk zand, nieuwe kale secundaire valleities ontstonden, welke gevoed werden door kalkrijk grondwater. Op deze wijze moet een milieutoestand geschapen zijn waarin de Knopbiesvegetatie zich heeft kunnen vestigen.

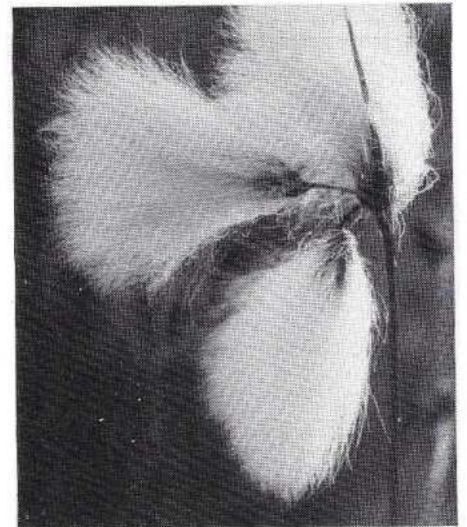
De ontwikkeling ervan werd waarschijnlijk nog versterkt door het steken van plaggen, een activiteit die in het westelijk deel van het glop tot in de vijftiger jaren plaatsvond (11).

Stabieler gradiënten

Valleien die niet in de kwelzone van de zoetwaterbel liggen, maar worden gevoed door zeer lokale hydrologische systemen, lijken dus erg gevoelig voor ingrepen in het grondwaterregime. Te verwachten is dat valleien, die in kwelzones liggen van de grotere hydrologische systemen, minder gevoelig zullen zijn voor lokale veranderingen in de waterhuishouding omdat ze meer onder invloed staan van de dynamiek van de zoetwaterbel zelf.

In het regelmatig gemaaid Arnica-weitje, een vallei die gelegen is in het westen van het Grienglop en die omringd wordt door oude volledig uitgeloogde duinen, is een vegetatie te vinden met veel Moeraskartelblad en Breedbladige orchis. In een fijschalig hydro-ecologisch onderzoek is aangetoond dat de kalkminnende vegetatie gelegen is in een met veen opgevuld geultje, dat wordt gevoed door kalkrijk kwelwater (25). Gedurende het zeer natte voorjaar van 1983 werd in de kern van het terrein met de kalkminnende vegetatie het kalkrijke water geen enkele keer door lokale neerslag vervangen, dit in tegenstelling tot de randgebieden waar zure planten als Veenpluis en Veenmos welig tierden.

Opmerkelijk is dat de zeldzame Vlozegge, die beperkt is tot de contactzone van de zure en kalkrijke grondwatertypen, in onze tijd op precies dezelfde plekken



Veenpluis is een soort die in veel natte valleien in opmars is als gevolg van de toenemende invloed van het regenwater (foto: A. Janssen)

gevonden wordt als in de 60-er jaren (16). Moeraskartelblad werd in de droge zeventiger jaren ook in het Arnica-weitje sterk gedecimeerd, maar in tegenstelling tot het Kapenglop reageerde de resterende populatie hier met een explosieve groei op de verhoogde neerslaghoeveelheden van de jaren '80.

Een groot deel van het Grienglop is recent verzuurd, waarschijnlijk door waterhuishoudkundige maatregelen in de polder. Toch blijken deze factoren het hydrologische systeem, dat het Arnica-weitje voedt, niet te hebben beïnvloed. Zelfs in het moerasbos rond het Arnica-weitje werden recentelijk honderden kiemplanten van Moeraskartelblad gevonden temidden van een paar bloeiende planten. Wij vermoeden, dat de kwelzone niet beperkt is tot het weitje zelf, maar dat het kwelwater op veel meer plaatsen aan de oppervlakte komt. Na controle van de grondwatersamenstelling kan overwogen worden dit deel van het bos te verwijderen en zo een verdere ontwikkeling van kalkminnende duinvalleivegetatie mogelijk te maken.

Konsekwenties voor het beheer

De resultaten van dit onderzoek hebben verscheidene konsekwenties voor het beheer van vegetaties in kalkrijke duinvalleien. In de eerste plaats dient voorkomen te worden dat lokale en regionale hydrologische systemen door ingrepen van de mens verstoord raken. Vooral op een klein eiland als Schiermonnikoog is het hydrologisch systeem gevoelig voor veranderingen in de waterhuishouding. Indien het hydrologische systeem toch verstoord is, zal een beheer van maaien, grazen, plaggen en het weer laten stuiven van de duinen de oorspronkelijke kalkrijke moerasvegetaties in natte duinvalleien niet terugbrengen. Wel kan hiermee verzuuring en bosvorming worden voorkomen en bieden deze beheersmaatregelen nieuwe kansen voor zeldzame pioniervegetaties (9, 10, 18, 19).

In de tweede plaats is het wenselijk om

kwelzones in bestaande valleien in kaart te brengen. Daar waar deze zones zijn verruigd of tot bos zijn uitgegroeid, kan worden overwogen deze vegetatie te verwijderen om zo weer een kalkrijke successie op gang te brengen. Waardevolle secundaire duinvalleien kunnen pas ontstaan indien uitstuiving tot op het grondwater wordt toegelaten. De perspectieven voor kalkminnende soorten zijn het best indien deze verstuuving in jonge duincomplexen plaatsvindt of in duincomplexen waar kalkrijk grondwater aan de oppervlakte komt. Hiermee zijn op Schiermonnikoog reeds goede ervaringen opgedaan. Verder kan door middel van plaggen geëxperimenteerd worden met het regenereren van kalkrijke pioniervegetaties, zoals die van de Knopbies. Voorwaarde is dan wel dat die valleien door kalkrijk grondwater gevoed worden.

Konklusies

1. Het in 15 jaar verdwijnen van de kalkrijke moerasvegetaties in het Kapenglop is niet veroorzaakt door de ontkalking van het duinzand in de bovenlaag van de duinvallei.
2. Het voorkomen van kalkrijke moerasvegetaties in oude duinvalleien blijkt samen te hangen met kalkrijk grondwater, dat hier aan de oppervlakte komt.
3. De drastische vegetatieverandering in het Kapenglop wordt door ons vooralsnog toegeschreven aan een verandering van het lokale hydrologische systeem, waarbij oorspronkelijke kalkrijke grondwatertypen vervangen zijn door kalkarme zure typen.
4. Meer onderzoek is nodig naar lokale en regionale hydrologische systemen in duincomplexen en de invloed van ingrepen hierop. Ook de invloed van zure neerslag op het ontkalkingsproces, die in dit onderzoek buiten beschouwing is gelaten, moet nader onderzocht worden.
5. Indien de middelen voor natuurbeheer van duinvalleien beperkt zijn, verdient het sterk de voorkeur dat het beheer zich richt op het herstel van natte duinvalleien in kwelgebieden.
6. Vooral op langere termijn lijkt het toe-

staan van de natuurlijke dynamiek in de duinvorming een waarborg voor het steeds weer terugkeren van zeldzaam geworden vegetatietypen.

Dankwoord

Wij zijn Rudi van Diggelen, Henk Everts, Niels Schotsman, Boudewijn van Hees, Josefine Oude Munninck, Evert Jan Lammerms en Anky Woudstra erkentelijk voor commentaar op eerdere versies. Ger Grakist zijn we erkentelijk voor het doorrekenen van een aantal ideeën over de hydrologie van het Kapenglop. Auke Talsma, Kees van der Wal en de heer Koning willen we bedanken voor de discussies en het verstrekken van informatie. Staatsbosbeheer en de Dienst der Domeinen, de vroegere beheerder, verleenden toestemming voor het onderzoek in de valleien. Evert Leeuwinga en Dick Visser besteedden veel aandacht aan de tekeningen en de foto's.

Drs. J.W.P. Esselink, dr. A.P. Grootjans, P.S. Hartog & T.D. Jager zijn werkzaam bij de vakgroep Biologie der Planten van de Rijksuniversiteit Groningen.

Literatuur

1. ANONYMUS (1987) Onderzoek grondwaterwinning Terschelling en Schiermonnikoog. IWACO, Groningen.
2. BAKKER, T.W.M. (1981) Nederlandse kustduinen. Geohydrologie. PUDOC, Wageningen.
3. BEUKEBOOM, T.J. (1976) The Hydrology of the Frisian Islands. Diss. Vrije Universiteit, Amsterdam.
4. BOERBOOM, J.H.A. (1963) De relatie tussen bodem en vegetatie in de Wassenaaarse duinen. Boeren Spade 18: 120-155.
5. BREEMEN, N. VAN & PROTZ, R. (1988) Rates of calcium removal from soils. Can. J. Soil Sci. 68: 449-454.
6. ESSELINK, H., GROOTJANS, A.P., HARTOG, P.S., JAGER, T.D. & HAL, W. VAN (1989) Vegetation dynamics in dune slacks III: Vegetation response to different Ca^{2+} rates in the soil profile and the impact of local hydrological conditions on the Waddenisland Schiermonnikoog, the Netherlands. In concept.
7. ENGELMOER, M. & HENDRIKSMA, P. (1979) Grondwaterstandsval en vegetatie in een vochtige duinvallei. Lab. voor Plantenecologie, Haren.
8. FRIJLINK, H.J. (1965) De vegetatie van het Kapenglop. Lab. voor Plantenecologie, Haren.
9. GROOTJANS, A.P., ENGELMOER, M., HENDRIKSMA, P. & WESTHOFF, V. (1988) Vegetation

dynamics in a wet dune slack I: rare species decline on the Waddenisland of Schiermonnikoog in the Netherlands. Acta Botanica Neerlandica 37(2): 265-278.

10. HARTOG, P. (1988) Vastlegging en verstuuving op de Friese Waddeneilanden. Stagerapport NMF Friesland, Leeuwarden.
11. HARTOG, C. DEN (1953) Secundaire duinvalleien op Schiermonnikoog. Amoeba 29: 59-63.
12. HOLLAND, H.D. (1978) The chemistry of the atmosphere and the oceans. John Wiley & Sons, New York.
13. ISBARY, G. (1936) Das Inselgebiet von Ameland bis Rottumeroog. Archiv Deutschen Seewarte 56(3).
14. LEERTOUWER, J. (1967) Makro- en mikrogradiënten in pH en kalkgehalten in relatie met de vegetatie op Schiermonnikoog. Lab. voor Plantenecologie, Haren.
15. MENNEMA, J., QUENE-BOTERENBROOD, A.J. & PLATE, C.L. (1985) Atlas van de Nederlandse Flora. Deel 2. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht.
16. NEUTEBOOM, J.M. (1964) Het groeipatroon van *Carex pulicaris* in het Grienglop op Schiermonnikoog. Lab. voor Plantenecologie, Haren.
17. ROZEMA, J., LAAN, P., BROEKMAN, R., ERNST, W.H.O. & APPELO, C.A.J. (1985) Lime transition and decalcification in the coastal dunes of the province North Holland and the island of Schiermonnikoog. Acta Botanica Neerlandica 34 (4): 393-411.
18. SLINGS, Q.L. (1986) Beheersgericht onderzoek in Noord-Hollands Duinreservaat. Duin 9(3): 65-68.
19. SLINGS, Q.L. (1988) Het beheer van vochtige valleien in het Noord-Hollands duinreservaat in 1987. PWN-Nieuwsbrief 5: 19-24.
20. STUYFZAND, P.J. (1984) Effecten van vegetatie en luchtverontreiniging op de grondwaterkwaliteit in kalkrijke duinen bij Castricum: lysimeterwaarnemingen. H2O 17(8): 152-159.
21. STUYFZAND, P.J. (1987) Hydrochemie en hydrologie van duinen en aangrenzende polders tussen Zandvoort en Wijk aan Zee, kaartbladen 24F en 25A. Kiwa, Rijswijk.
22. VERRUIJT, A. (1970) Theory of groundwaterflow. Macmillan Press Ltd., London.
23. VISSER, G. (1971) Chemische samenstelling, flora en fauna van binnendijks water op Terschelling, speciaal met betrekking tot duinplassen. Biol. Station Terschelling, Oostereind.
24. VRIES, V. DE (1961) Vegetatiestudie op de westpunt van Vlieland. Diss. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
25. WAMS, T.J. & WEMELSFELDER, F. (1984) Grondwaterkwaliteit en vegetatie op Schiermonnikoog. Laagland Bekenproject. Lab. voor Plantenecologie, Haren.
26. WESTHOFF, V. (1954) Landschap en plantengroei van Schiermonnikoog. Natuur en Techniek 22: 188-192 & 240-245.
27. WIERSINGA, W. (1987) Vegetatie en waterhuishouding van duinvalleien op Schiermonnikoog. Langbroek, Leeuwarden.

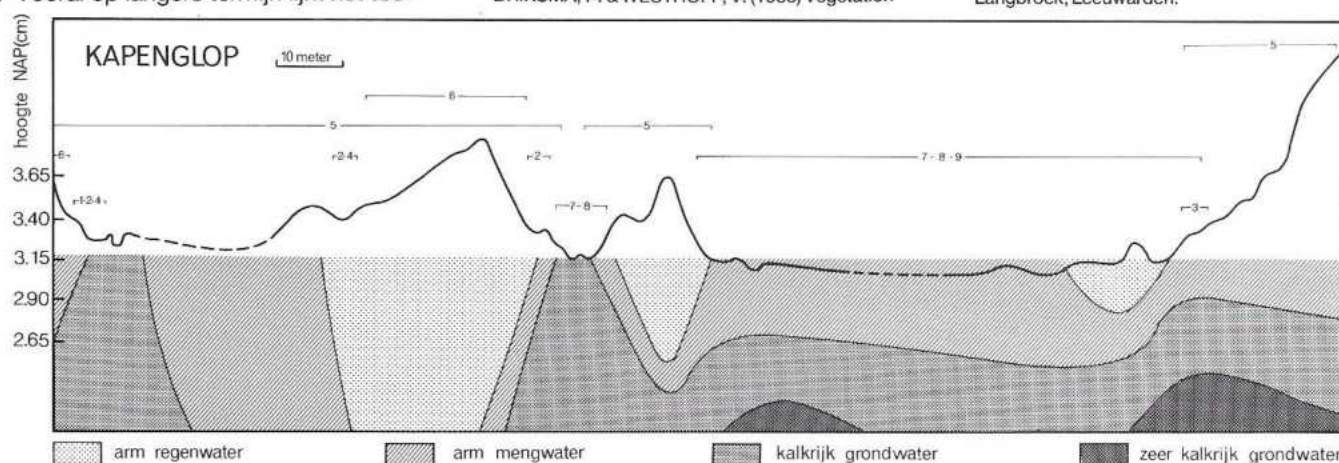


Fig. 5. Voorkomen van grondwatertypen en enkele plantensoorten over een transect door de duinvallei het Kapenglop op Schiermonnikoog. Plantensoorten: 1 = Knopbies, 2 = Moeraswespenorchis, 3 = Moeraskartelblad, 4 = Parnassia, 5 = Tormentil, 6 = Borstelgras, 7 = Waterbies, 8 = Wateraardbei, 9 = Veenpluis.