

Bijlage I.

De planten der zandverstuiving bij Kootwijk en hunne groeiwijze.

Dit stuifzandterrein is ± 6000 H.A. groot en bestaat uit stukken stuifzand die gescheiden zijn door breede heidestrooken; het terrein loopt van het W. naar het O. op, van ± 20 tot ± 60 M. boven A. P. Oorspronkelijk was alles heide; de rest er van vindt men in het stuifterrein nog dikwijls als een horizontale band oerlaag langs een heuvel, of wel men loopt er op; maar op de meeste plaatsen is de vroegere heide tot beneden die oerlaag uitgestoven. Een aantal heuvels zijn dus, althans voor het benedengedeelte, primair; de meeste zijn secundair en bestaan geheel uit opgestoven zand.

Het zand is vuil wit, grof of fijn korrelig, oppervlakkig mul of hard, onder de oppervlakte steeds vast en vochtig. Het is 's zomers heet in de zon evenals de lucht er boven; schel wordt het licht dan door den bodem en de heuvelkanten teruggekaatst.

Hier en daar vindt men rood zand waarvan de kleine kwartskorreltjes door ijzeroxyde omringd zijn.

Van de flora der heide worden in het stuifzand slechts 4 grassen teruggevonden; hierbij komt nog een vijfde gras, dat niet in de heide thuis hoort; overigens vindt men er een mos (*Polytrichum piliferum*) en hier en daar een stuifden (*Pinus silvestris* of *Juniperus communis*) exemplaar.

De planten staan verspreid tot zeer verspreid; alleen op rustig geworden heuvelkanten of heuveltoppen is weer min of meer dichte heivegetatie ontstaan. Er is een voortdurende strijd tusschen zand, wind en planten, en toch ook weer samenwerking tusschen twee of alle drie factoren.

Heuvelvorming heeft òf alleen door den wind en het zand plaats, onafhankelijk van vegetatie; òf wind, zand en planten werken er toe samen; een grasbos vangt het zand op en legt het aan de luwe zijde neer als een geleidelijk aflopend heuveltje, een z.g. zandschaduw.

De vijf grassen zijn *Ammophila (Psamma) arenaria*; *Agrostis canina* met de var. *mutica*; *Festuca rubra*, vooral de var. *arenaria*; *F. ovina* met de var. *hispidula*; deze laatste varieteit is, voor zoover mij uit het herbarium der Ned. Bot. Ver. gebleken is, nieuw voor ons land; en ten slotte *Weingaertnera (Corynephorus) canescens*.

Waardoor verdwijnen alle andere planten der heide zoodra men in het stuifzand treedt? Wanneer het stuifzand over de hei komt, worden ze verstikt; enkele exemplaren *Salix repens* of *Calluna vulgaris* groeien er doorheen en vormen z.g. wilg- of heideheuveltjes¹⁾, maar steeds dicht bij den rand der verstuiwing. En zaden, van uit de heide in het stuifzand gewaaid, komen niet op of voeren een kort leven.

Waardoor kunnen de genoemde vijf grassen het in het stuifzand wèl uithouden en er zich ook voortkweken?

Toen ik voor de eerste maal op een plek groef waar slechts een paar uitgebloeide bloeistengels en de toppen van enkele bladspruitjes van *Corynephorus canescens* uit het zand te voorschijn kwamen, bleek het dat de plant

¹⁾ Zoo'n wilgheuvel schijnt dikwijls uit een groot aantal planten op een zandheuvel te bestaan. Maar het is slechts één plant, naar alle zijden breed vertakt en tot aan de scheutuiteinden met zand opgevuld.

grootendeels onder den bodem leefde. De vorige jaargang was nog zeer goed bewaard en daaruit staken, als 't ware op stelten staande, de spruiten van dit jaar en de bloeistengels. Die bloeistengels zijn geheel normaal en gelijk aan die van *Corynephorus canescens* planten in de heide. Maar die stelten der spruiten zijn abnormaal. Zij ontstaan door het uitgroeien der onderste internodiën die bij de zelfde planten in de heide niët uitgroeien. Bij planten in de heide wordt een *Corynephorus canescens* pruijke dus steeds dikker; in het zand daarentegen groeien de generaties waaivormig uit elkaar de hoogte in. Op die wijze kan de plant het uithouden; de ditjarige spruiten zijn ook thans weer zoo goed als geheel ondergestoven; maar de plant heeft voedsel genoeg gemaakt om het volgend jaar van onder het zand uit, bloeistengels en nieuwe gesteelde spruiten te produceeren.

Bij voorzichtig uitgraven en uitpraepareeren vindt men soms 4 generaties aaneenzitten. En aan zoo'n historische plant ziet men tevens de mate van opstuiving die op die plek heeft plaats gehad. Waar *Corynephorus canescens* groeien blijft is die gering; waar zij sterk is, gaat *Corynephorus canescens* te gronde. Men vindt haar dan ook in de vlakte tusschen de heuvels. Ook treedt ze dadelijk weer op waar heuvelkanten voldoende zijn vastgelegd (b.v. door helm) en het rustig is.

In plaats van opstuiving kan er ook uitstuiving plaats hebben; dan doet de plant precies het omgekeerde; de scheuten groeien zoo dicht mogelijk in en tusschen elkaar; ja dit geschiedt ten slotte zelfs aan de onderzijde der plant; dan ontstaat een kogelvormig lichaam, bestaande uit straalwijze uitstaande scheuten, boven den bodem wiegelende aan de dunne vezelige wortels waarmede het nog in den grond vastzit; breken deze eindelijk door, dan zal de plant als een steppenlooper door den wind worden heen en weer gevoerd.

Festuca ovina is een zodevormende plant als *Corynephorus canescens*, gelijkt er ook op en groeit op dezelfde wijze; maar zij heeft minder vermogen om op te groeien en komt dan ook minder dan *Corynephorus canescens* voor; deze laatste is het typische gras der stuifzandvlakte.

Festuca rubra en *Agrostis canina* zijn minder zodenvormend, maar vormen veel uitloopers. Zij kunnen door het vormen van lange gesteelde scheuten maar vooral ook door het vermogen uitloopers te vormen tegen sterke overzanding. Waar soms boven den grond haast niets te zien is dan enkele fijne sprietjes van *Agrostis canina*, vindt men onder de oppervlakte een dikke massa uitloopers die de plant van den ondergang redden. Beide grassen behooren meer tot de heuvelkanten; vooral *Festuca rubra* is er typisch. Zelden vond ik haar alleen heerschend, meestal tusschen helm, zoodat het den indruk maakte, dat ze den steun van de helm op een of andere wijze noodig had. Maar aangezien *Festuca rubra* in een stuifsterrein in Noorwegen het gras der heuvels is (helm is of was er nog nauwelijks ingevoerd), ben ik tot de overtuiging gekomen dat dit gras door het sterkere helm verdrongen wordt.

De helm (*Ammophila arenaria*) is zoo sterk door den stevigen bouw der lange bladen en doordat ze zoo bijzonder lange stelen der jonge scheuten kan vormen (tot $\frac{3}{4}$ Meter lang); ook vormt ze, door sterke vertakking, spoedig vele en vrij dichte helmbundels. Maar men vindt van de helm in de vlakte ook lange horizontaal groeiende stengels met loodrecht er op staande zijscheuten. Indien dit uitloopers zijn heeft de helm een machtig wapen te meer tot het vastbinden van zand en zal een van nature door helm vastgelegde heuvel des te krachtiger weerstand kunnen bieden aan de vernielende werking van den wind. Maar indien de botanicus Ratzenburg gelijk heeft waar hij zegt dat *Ammophila arenaria* zich o. a. van *Elymus arenaria*

onderscheidt doordat de tweede wèl, de eerste geén uitloopers maakt ¹⁾ dan moeten die horizontale stengels anders verklaard worden. En die worden dan ook wel zóó verklaard dat hoog door het zand van een heuvel opgegroeide helmstengels, nadat de heuvel door den wind is opengewaaid, los raken uit het zand, neerslaan en weer in de vlakke, waar zij terecht komen, wortelen en aan den groei gaan. Nog op een andere wijze zouden horizontale stengels kunnen ontstaan, n.l. doordat van een plant, die aan de voet van een heuvel langs de helling groeit, een vertikaal ontstane scheut door het zand werd neergedrukt tot in horizontalen of nog verder naar beneden gerichten stand, en aldus in de vlakke doorgroeide. Dat vertikaal ontstane scheuten van richting veranderen ziet men genoeg; wanneer men verschillende helmplanten die een wijde groep vormen uitgraaft, vindt men dikwijls dat zij naar beneden toe tot elkaar naderen en zusterplanten zijn, alle als vertikale scheuten uit één moederplant ontstaan; de gemeenschappelijke moederplant kan bijna 1 M. diep liggen. De uiteenwijking is ontstaan of althans sterk bevorderd, door tusschengestoven zand.

Hackel ondervond bij zijne monographie van het geslacht *Festuca* de moeilijkheid dat naast soorten met duidelijke uitloopers en soorten die zuiver zodenvormend waren, ook soorten voorkwamen die ten opzichte van uitloopers een soort overgangstoestand vormden. Hij heeft toen bevonden dat uitloopers steeds te kennen waren aan hun extravaginaal oorsprong en morphologischen bouw; de scheuten van een zodenvormende soort zijn intravaginaal en anders gebouwd.

Op dergelijke wijze trachtte ik daarom ook bij de helm

¹⁾ Er zijn ook wel auteurs (van flora's) die aan *Ammophila arenaria* uitloopers toekennen; maar dat berust waarschijnlijk nergens op een ernstig onderzoek.

te werk te gaan. Extravaginale scheuten (b.v. die uit horizontale stengels ontspringen) bleken steeds korte begin internodiën te hebben en een aantal korte schub- of scheedevormige eerste blaadjes. Intravaginale scheuten (b.v. de vertikaal ontstane dochterscheuten uit de hetvorig-jaar-ontstane moederplant) beginnen met een vrij lang scheedevormig blad en dragen daarna normale bladen, zij het ook eerst met korten schijf. De internodiën zijn, wanneer geen opstuiving plaats heeft, ook kort; maar in het hier behandelde terrein is juist veel opstuiving regel; en dan groeien de onderste internodiën sterk uit. Nu is het niet zoo gemakkelijk het begin van een horizontalen stengel te vinden; die ligt steeds onder een heuvel(tje); en wanneer men het begin vindt, is het dikwijls sterk verweerd. Maar toch kan voldoende malen vastgesteld worden dat de begin-internodiën er kort zijn en er ook een kort schubvormig eerste blaadje aanwezig is. Dus zijn die horizontale stengels van extravaginalen bouw en kunnen dus geen neergeslagen intravaginaal (uit knoppen die het vorig jaar gevormd zijn) ontstane vertikale stengels zijn. Maar nu ontstaan aan de andere deelen van zoo'n vertikaal groeiende plant ook vertikale scheuten uit slapende knoppen, dus theoretisch intravaginaal (het moederblad is dikwijls vergaan); en deze zijn extra vaginaal gebouwd ¹⁾! Zoo'n horizontale stengel zou dus een neergeslagen uiteen-slapende-knop-ontstane vertikale stengel kunnen zijn. Echter zou men dan ook evengoed horizontale stengels

¹⁾ Het morphologische verschil tusschen intra- en extravaginale scheuten ontstaat waarschijnlijk doordat de betreffende oorsprongsknop meer resp. minder gunstig gelegen is voor de voedseltoestrooming. Een terminaal doorgroeiende scheut vormt in 't geheel geen scheedevormend blad; een intravaginale zijscheut vormt er één, en een extravaginale scheut meerdere. Een slapen blijvende knop blijkt het voordeel van zijn vroegere ligging te verliezen en ook niet door een hooge zandlaag terug te krijgen.

moeten vinden met normale intravaginalen bouw, wat niet het geval is.

Nergens is door mij een aanwijzing in de natuur gevonden dat zoo'n horizontale uitlooper door een ontblooten en neergevallen vertikalen stengel of door een horizontaal neergedrukte stengel ontstaan is. Eénmaal is een horizontaal neergedrukte en door het zand bedolven scheut door mij gevonden, maar de top was dood en de scheut had dus bewezen geen horizontale levenskracht te hebben. En opengewaaide, neergeslingerde vertikale stengels, die niét tot horizontale stengels geworden zijn, kan men genoeg waarnemen.

Zijn die horizontale stengels werkelijk uitloopers, dan moet men ook jonge en zeer jonge uitloopers vinden. Die zijn ook door mij gevonden en daarmede is het bestaan van uitloopers bewezen en wordt het aannemelijk dat de horizontale stengels ook uitloopers zijn. Vreemd schijnt slechts, dat die jonge uitloopers zoo zelden gevonden worden.

De horizontale stengels in de vlakte komen steeds onder een heuvel of heuveltje vandaan. Graaft men zoo'n heuveltje open dan kan men den stengel dikwijls tot onder het midden van het heuveltje vervolgen, waar hij aan een vertikalen stengel vast zit. Maar er blijkt uit die opgraving ook dat alle planten die zoo'n heuveltje bezetten, aan elkaar verbonden zijn, vertikaal of horizontaal, alles blijkbaar ontstaan uit één moederplant. Een gedeeltelijke opgraving bij een grooteren heuvel leidt tot dezelfde conclusie. Planten, die schijnbaar zelfstandig op de helling van een heuvel staan, zitten aan een horizontalen stengel vast, dien men soms twee Meters kan vervolgen zonder het begin te vinden; nu en dan ontspringt er een vertikale stengel uit naar boven, die hooger op de helling van den heuvel in een plant eindigt.

Een groote met helm bezette heuvel, is dus niet opper-

vlaklig met een aantal helmplanten bezet; maar al die helmplanten schijnen af te stammen van één moederplant, en zijn door verticale en horizontale stengels verbonden, die den heuvel in alle richtingen doorstrengelen en daardoor stevig bevestigen. Met deze inrichting is het ontstaan der horizontale stengels uit uitloopers beter te vereenigen dan die uit blootgewaaide neergeslagen verticale stengels.

In de literatuur vindt men wel dat heuvels in het stuif-terrein allereerst ontstaan als *Corynephorus-canescens* en *Festuca ovina* heuveltjes; dat, wanneer deze door het opgroeien der planten en door eventuele combinatie, wat hooger zijn geworden, de helm hun rol komt overnemen en van den kleinen een grooten heuvel maakt (natuurlijk wanneer de wind voldoende zand toevoert). Maar nergens is door mij zoo'n overgang waargenomen, waar jonge helmplantjes op een *Corynephorus* heuveltje waren ontkiemd; en dat ware toch noodig. Mij schijnt het toe dat die *Corynephorus* heuveltjes van voorbijgaanden aard zijn en niet dan misschien door toevallige omstandigheden tot hooge heuvels worden.

Kiemplanten van helm vindt men nu en dan, maar toch weinig; de meeste schijnen te vergaan. Verder vindt men soms, maar ook niet veel, jonge planten in de vlakke, van een paar jaar oud, die blijkbaar al tegen opstuiving opgegroeid zijn (zoo'n vlakke wordt geleidelijk hooger, en de mate van verhooging kan men aan helmplanten waarnemen). De jonge planten vertoonden meestal geen uitloopers en geen of weinig verticale vertakking.

Daarentegen gaven helmplanten op plaatsen waar het blijkbaar niet stooft, dikwijls een bijzondere ontwikkeling te zien in aantal verticale scheuten en van uitloopers; zoodat een dichte massa van planten was ontstaan met uitloopers naar alle zijden. Wanneer zulk een helmgroep een periode van overstuiving krijgt is alles aanwezig om spoedig een

hoogten, geheel met helm bezetten heuvel te krijgen. De verticale scheuten zullen dan sterk doorgroeien, zich vertakken, uit de uitloopers ontstaan ook verticale, zich vertakkende scheuten; en daar zij medegroeien met den diameter van den heuvel, kunnen ze steeds de nieuwe buitenkant van den heuvel met verticale scheuten doorgroeien. Ook vertakken zij zich herhaaldelijk horizontaal; en men kan aannemen dat er binnen den heuvel ook nieuwe uitloopers nu en dan ontstaan. Maar de vorming van uitloopers is zeker veel minder sterk dan bij *Elymus arenarius*.

Groeit een uitlooper, die aan de oorspronkelijke moederhelmpruik ontsprong, harder dan de diameter van den voet van den heuvel, dan groeit hij in de vlakte verder en vormt dan dikwijls rijen van verticale scheuten; op andere plaatsen vormt hij slechts een enkele scheut die men geheel zelfstandig zou wanen in de vlakte te staan. Soms groeit zoo'n uitlooper of zijtak van een uitlooper langzaam schuin naar beneden; hij schijnt het niet te merken en gaat ten slotte dood. Men vindt er zelfs die vertikaal naar beneden groeien. En ook een door toevallige omstandigheid geknikte jonge stengel groeit een eind kalm door totdat de top doodgaat. Een uitlooper die naar binnen een duin groeiende gevonden werd, een paar meter lang, was natuurlijk ook ten doode gedoemd.

De beworteling van *Ammophila arenaria* is zeer sterk; aan de verticale stengels loopen zij horizontaal, aan de horizontale zijn zij ook loodrecht op den stengel gericht, en voor een deel vertikaal. Door mij werd (in Juni) een horizontale stengel vrijgemaakt van 1,50 M, een verticale van 0,45 M.

Bij deze mededeeling werden de desbetreffende planten en plantendeelen rondgegeven.

J. VALCKENIER SURINGAR.