

DE OORSPRONG ONZER HEIDEVELDEN

(mit Zusammenfassung: Der Ursprung
unserer Heideflächen)

DOOR

W. BEIJERINCK.

Mededeeling no. 1 van het Biologisch Station te Wijster (Dr.).

„En considérant cet ensemble de circonstances, il nous paraît légitime d'en tirer la conclusion que le sol des plaines fluvio-glaciaires du Jutland conserve encore, en tant que station de végétation, le caractère acquis dans la période des toundras, et que son état peu favorable à la vie des plantes n'est pas le résultat des agents actuellement actifs: il est né sous l'action de forces aujourd'hui depuis longtemps inactives.”

(P. E. MÜLLER, 1924, l.c. pag. 233).

Over het *ontstaan* der uitgestrekte boomlooze vlakten, overwegend begroeid door den dwergheester *Calluna*, meestal met een ondergroei van mossen, lichenen en wieren, vaak ook onderbroken door andere *Ericaceeën*, *Empetrum*, *Genista's*, bepaalde *Gramineeën*, *Cyperaceeën* enz. en aangeduid als: *eigenlijke heidevelden*, wier voorkomen op Aarde beperkt blijft tot N.-W.-Europa, — is reeds veel geschreven en gestreden. In hoofdzaak zijn het twee meeningen, die tegenover elkaar staan.

Aan de *ééne* zijde wordt de heideveld-vegetatie als eene oorspronkelijke, geheel natuurlijke opgevat, zoodat de heide-

velden zich geleidelijk zouden hebben ontwikkeld uit voorafgaande arctische vegetaties, waarin aanvankelijk wieren, lichenen en mossen den hoofdrol speelden op den het geheele jaar door ijs-bevattenden en gedurende korten tijd slechts aan de oppervlakte ontdooiden toendra-bodem (gem. jaartemperatuur beneden 0° C.). Voorstander van deze opvatting is o.a. de Deensche pedoloog P. E. MÜLLER (lit. 1924).

Aan den anderen kant is vooral ook de laatste jaren daartegen stelling genomen, o.a. door H. WALTER, 1927, (l.c. pag. 325 e.v.) en door R. TÜXEN, 1932, (l.c. pag. 35), door het ontstaan der heidevlakten te verklaren als een gevolg van het verdwijnen van een oorspronkelijke boschvegetatie, welke een uitgeputten zandbodem zou hebben achtergelaten (podsoleering), waarop dan na branden of na uitroeiing door de menschelijke cultuur, de lagere eischen stellende heidevegetatie zich van het terrein zou hebben kunnen meester maken. Bewijzen voor deze laatste opvatting werden gezocht en gevonden in oude archiefstukken (o.a. betreffende de salinen der Lüneburger Heide), waaruit duidelijk bleek, dat voor technische doeleinden oorspronkelijke bosschen door den mensch waren uitgeroeid, terwijl daar ter plaatse heidevlakten zich hadden gevormd.

Wat nu deze tweede opvatting betreft kunnen wij het er spoedig in zooverre over eens zijn, dat heidevelden zich zeer zeker daar kunnen vormen, waar bosschen zijn uitgeroeid, ev. door brand werden verwoest. Wie zich veel beweegt in onze heidegebieden kan nog heden ten dage zien, hoe in kaalgekapte boschperceelen soms reeds na enkele jaren de heidevegetatie kan gaan overheerschen, terwijl ook op verlaten ontginningen (akkers en weiden, te midden van reeds bestaande heidevelden gelegen), al heel spoedig weer een egaal heidedek zich kan vormen.

Om nu echter naar aanleiding van dergelijke waarnemingen of op eenige historische gronden te gaan generaliseeren en

het standpunt te verdedigen, dat: „nicht nur die Entstehung, sondern auch die Erhaltung der Heide auf dauernden Eingriffe des Menschen zurückzuführen ist" (WALTER, 1924, l.c. pag. 327), komt mij voor niet gerechtvaardigd te zijn, vooral waar ik op grond van gedurende de laatste jaren verrichte micro-palaeontologische onderzoeken (z.g. pollen- en sporen-analysen) van de bodemprofielen der uitgestrekte Drentsche heidevelden tot geheel andere conclusies ben gekomen omtrent de *wordingsgeschiedenis* dier bodemprofielen met hun zoo bekende *loodzandlaag* en *humuszandsteen-bank*, waardoor, naar het mij wil voorkomen, tevens een licht is opgegaan over den *oorsprong en ontwikkelingsgeschiedenis van vele onzer grootste en meest typische heidevelden*.

Uit de vroegere publicaties mijner onderzoeken (lit. 1933) is komen vast te staan:

- 1e, dat de zandlagen onder onze heidevelden vaak tot op vrij groote diepte (tot 2,5 m-opp.) stuifmeel- en sporenmembranen kunnen bevatten, in voldoende aantal om een pollen-analyse practisch mogelijk te maken;
- 2e, dat deze pollen- en sporenresten een zeer bepaalde verspreiding in de opeenvolgende bodemlagen vertoonen, zoowel quantitatief als kwalitatief, — een verspreiding, welke op verschillende uiteen gelegen punten van het onderzoeksgebied geheel overeenkomstig bleek te zijn in gelijksoortige bodemprofielen;
- 3e, dat vooral in de loodzandlagen scherp gemarkeerde pollen-horizonten (-lagen) kunnen optreden, die, voor zover het betreft de boom-pollen, in hun stratigraphie typische parallel-verschijnselen vertoonen met de pollen-horizonten in de postglaciale veenafzettingen dezer gebieden (Blytt-Sernander-schema!).

Wat het eerste punt betreft kan ik verwijzen naar lit. 1933, waar nauwkeurig de gevolgde werkmethode wordt vermeld.

Het tweede punt, n.l. de telkens weerkerende regelmatig-heden in de verspreiding der microfossielen in kwestie, geeft aanleiding tot de volgende overwegingen:

- a. Of de pollenkorrels en sporen zijn door de structuur van den bodem (meerdere of mindere grofkorreligheid, aanwezigheid van colloïden in gel-toestand enz.) en door de werking van het zakwater ten slotte van de oppervlakte terecht gekomen in die bepaalde niveau's (regenwormwerking is uitgesloten in deze zure gronden met een $\text{pH} = 3,2 - 4,9$)

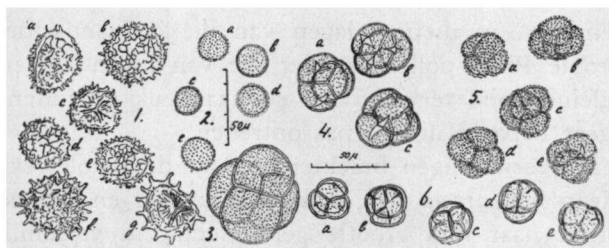


Fig. 1. Sporen en pollen-tetraden. 1a-g: microsporen van *Selaginella selaginoides* (a-e naar subfossiel materiaal van Steenberg, — stekeltjes ten deele verdwenen; f-g naar recent herbariummateriaal); 2a-e: subfossiele mossporten van het *Hypnum*-type (Wijster); 3: pollen-tetrade van *Andromeda polifolia*; 4a-c: id. van *Erica tetralix*; 5a-e: id. van *Calluna vulgaris*; 6a-e: id. van *Empetrum nigrum*. (Alle tetraden naar recent materiaal, dat behandeld werd met HNO_3 en KOH).

- b. Of de pollenkorrels en sporen zijn in het geheel niet of althans uitermate weinig van plaats veranderd en bevinden zich dus nog daar of ongeveer daar, waar zij eenmaal werden gedeponneerd.

Om nu uit te maken wat inderdaad het geval is, kunnen wij als volgt redeneeren. Zijn de pollen door zakwater gedurende de millenniaën sedert hun neervallen verplaatst (in bepaalde lagen treffen wij n.l. overvloedig aan: beuk,

haagbeuk, linde en iep!, — de laatste beide houtsoorten dus, die ná het subboreaal geen rol van beteekenis meer kunnen hebben gespeeld in dit landschap, zooals wij weten uit het pollen-onderzoek der venen), dan is a priori te verwachten, dat zij óf chaotisch door elkaar, óf althans eene rangschikking naar de korrelgrootte in den als zeefstelsel gedachten bodem zullen ondergaan.

Het eerstgenoemde geval nu komt niet voor, — integendeel, er zijn duidelijk regelmatigheden in de volgorde der soorten-combinaties der verschillende lagen op te merken. Het tweede geval is echter eveneens uitgesloten, want wij vinden bijv. in diepere lagen van de loodzand-afdeeling de groote Pinus-pollen, zonder die van linde, eik en iep die kleiner zijn, terwijl beuk en haagbeuk uitsluitend op een zeer bepaald niveau pas optreden.

Deze overwegingen brachten mij tot de gevolgtrekking: dat de pollenkorrels niet door het zakwater en de bodemstructuur naar hun grootte gerangschikt in verschillende niveau's zijn terecht gekomen, terwijl evenmin een willekeurig samenstel van soorten voorkomt, zoodat: *hun ligging in bepaalde horizonten verklaart kan worden juist doordat er géén verplaatsing van beteekenis heeft plaats gevonden, sedert zij werden gedeponeed*. Slechts één bezwaar zou hiertegen nog in te brengen zijn, n.l. dat niet bewezen is, welk gedeelte der korrels is vergaan, waardoor dan ev. in bepaalde lagen meer konden zijn overgebleven dan in andere, bijv. door chemische werkingen in verband met grondwaterstanden. Indien dit werkelijk zoo was, zouden zeker de meest weerstandskrachtige korrelsoorten (bijv. die met dikke membranen), telkens moeten worden weergevonden, maar ook dat is volstrekt niet het geval. Zoo vond ik bijv. in een diepere zandlaag, onder de humuszandsteenbank gelegen, herhaaldelijk (ook in een monsterserie van Elspeet, Veluwe), linden-pollen, Ericaceëen-tetraden, Sphagnum-sporen en weinig andere soorten. De genoemde soorten

behooren zeker wel tot de meest weerstandskrachtige, maar boven deze laag, in de min of meer bruin gekleurde bankafdeeling ontbraken zij, terwijl de subtiële mossporten van het Hypnum-type en Selaginella-microsporen veelvuldig en berkensporten af en toe optraden. Bovendien zijn er niveau's, zooals bijv. dat, waarin beuk en haagbeuk voorkomen, welke veel rijker zijn, ook aan andere pollen, bijv. Ericaceeën-tetraden, dan de hedendaagsche oppervlakte midden in het heideveld. Er is mijns inziens dan ook weinig reden om aan te nemen, dat een groot percentage der zwakkere korrels verdwenen is. Integendeel, veel wijst er op, dat de korrelmembranen meerendeels intact zijn gebleven en zich nog daar bevinden als waar zij voor honderden, ja voor duizenden jaren zijn gedeponneerd, evenals dit in het veen het geval is. Fragmenten van korrels treft men meestal weinig aan. Het zijn mijns inziens veel meer de *hoeveelheden*, door bepaalde plantensoorten (o.a. boomsoorten) in de natuur geproduceerd stuifmeel, welke den doorslag geven voor onze waarnemingsmogelijkheid. Bij het langdurig microscopeeren komt men altijd weer opnieuw een nieuwe, onbekende enkeling tegen, wat er op wijst, dat er wel degelijk veel meer soorten aanwezig zijn, doch dat hun aantal te klein is om geregeld door ons te worden waargenomen!

Wanneer men uit het beuken-niveau der loodzandafdeeling een klein kluitje zand neemt en dit op een objectglas met een druppel verdund KOH voorzichtig verwarmt en dan een druppel glycerine toevoegt, zijn de Ericaceeën reeds direct weer te vinden onder den microscoop, zonder verdere behandeling, evenals dit het geval is met veenmonsters. Men krijgt dan tevens eenig inzicht in de situatie in den bodem en merkt dadelijk op, dat de groote hoeveelheid humusstoffen en het uiterst fijne kwartsgruis, dat de holten tusschen de grootere zandkorrels opvult, zóó groot is, dat van verplaatsing der korrels in den gezetten („ge-

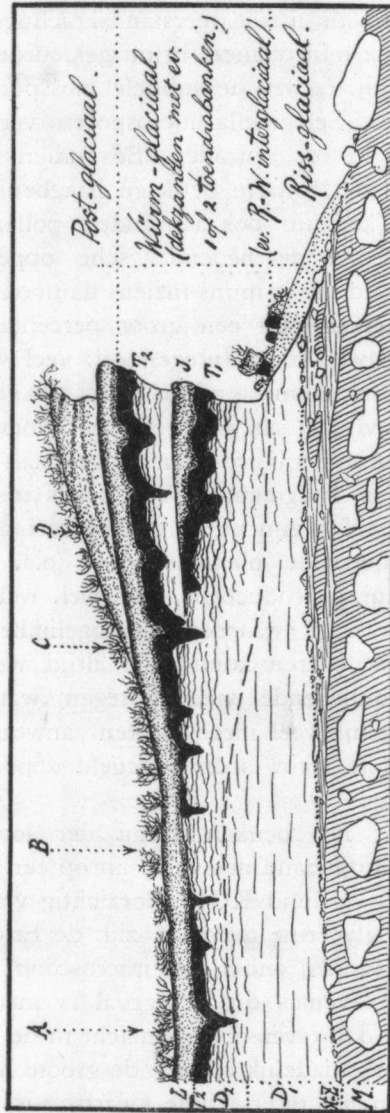


Fig. 2. Schematische voorstelling van de stratigraphie der dekzandprofielen met bankvormingen en loodzandlagen. A en B veelvuldig voorkomende profielen; C en D komen meer uitsluitend voor in en bij stuifgebieden met duinvorming. L = loodzand; T = toendrabanen; D = dekzanden; St.-Z. = steenzool; M = keileem van de moraine.

groeiden" en niet geroerden) bodem geen sprake kan zijn. Deze zure heidezanden (glaciale- en verlegd-glaciale-dekzanden), soms afgewisseld door dunne „Flotssand"-¹⁾ laagjes, zijn zóó fijnkorrelig en dicht van structuur, dat het regenwater er dikwijls dagen lang in plassen op blijft staan en niet vermag weg te zakken (z.g. „dichtslaan" van den bodem), terwijl in droogte-perioden de oppervlakte heel licht tot korstvorming (barsten) aanleiding geeft.

Hoe moeten wij nu deze verspreiding van bepaalde stuifmeel- en sporencombinaties in bepaalde, telkens weerkeerende lagen verklaren? Ik zie hier geen andere mogelijkheid, dan door aan te nemen, dat dit zandlagencomplex onzer heidevelden, voor zoover het gelegen is boven de z.g. „Steinsohle" (steen-zool of steenlaag, welke een oud fossiel afblazingsvlak met z.g. „windpolijstingen" en „Dreikanter" aangeeft en die den oorspronkelijken glaciale grondslag (ev. fluvio-glaciale afdeeling van het Riss-glaciaal) naar boven toe afsluit, — aeolische vormen omvat, die in zeer verschillende klimaatperioden en onder zeer verschillende omstandigheden afwisselend zijn aangegroeid en afgebroken (intermitterende afblazingen (zie schema van opbouw van dit complex, fig. 2). Voor zooverre nu deze zandlagen behooren tot de humuszandsteen-afdeeling, vertoonen zij als kenmerkende en herkenbare organische resten: mossporten, *Selaginella*-microsporen, lichenensporen (?), soms ook enkele pollentetraden en berkenpollen, mosbladfragmenten en nagenoeg niets anders. Opvallend is vooral het ontbreken van alle pollen, welke op een meer gematigd of mild klimaat zouden kunnen wijzen. Ik beschouw deze bank-afdeeling, evenals P. E. MÜLLER (1924) op andere gronden, als een vorming van een hoog-arctische (toendra)-periode, toen in het geheele gebied nog geen hoogere boomgroei was, — hoogstens de beekdalen,

¹⁾ Cf. lit. 7 en 3.

rivierdalen en heuvelkruinen door kreupelhout van dwergberk en arctische wilgen waren begroeid, zooals thans nog in de N.O.-Europ. Russische toendragebieden en elders in het hoge Noorden.

De afsluiting naar boven toe van deze arctische lagen, welke vaak tevens gekenmerkt wordt door een min of meer harde, steenachtige constitutie en door een min of meer intensief donkerbruine kleur vanwege de er in opgehoopte humaten (1,5—9 %), in den vorm van dopplerietten, — bevat dan naast *Selaginella*-microsporen soms reeds pollentetraden, berkenpollen en enkele *Sphagnum*-sporen, wat nog steeds niet in tegenspraak is met een arctisch klimaat, waarin n.l. ook uitgestrekte *Sphagnum*-toendra's optreden. Daarop volgt dan een zône met den, els en berk. Hierboven verschijnen bovendien: hazelaar, eik, iep en linde. Nog hooger in de loodzandafdeeling komen tenslotte hier nog bij: beuk en haagbeuk, om spoedig daarop weer te verdwijnen, evenals linde en iep (zie tabel I in lit. 2). De bovenlagen bevatten de zelfde pollen, die wij ook aan de oppervlakte tusschen het levende mos en het humusdekje kunnen vinden.

Doorgaans is deze ná-arctische (post-glaciale-) afdeeling niet hooger dan 20 à 30 cm, althans in de niet-stuivende gebieden der groote vlakke velden. Deze loodzand-afdeeling vat ik op grond van het daarin aangetroffen pollen-spectrum dan ook op als een uiterst langzaam, gedurende millenniaën aangegroeide laag van de vochtigere en mildere klimaatperioden gedurende het post-glaciaal.

Bij dit langzame ophoogingsproces van de heideveld-oppervlakte wil ik wat langer stilstaan. Hoe moeten wij ons die ophooging voorstellen? Bekend is, dat iedere sneeuw- en regenbui atmosferisch stof neerslaat. Deze hoeveelheden zijn wel zeer gering, maar op den langen duur volstrekt niet onbelangrijk. Men kan zich daarvan overtuigen door bijv. een hoog cylinderglas te vullen met

z.g. reine, pas gevallen sneeuw en deze dan te laten smelten. Na bezinking zal men een duidelijk laagje atmosfeerisch stof op den bodem van het cylinderglas terug vinden. Hier is dus één der oorzaken te zoeken, maar er zijn er meer. Door krachtige winden, ev. stormen worden ook groote hoeveelheden stof en zand opgenomen en ver over de landstreek verplaatst. Komen deze stofdeeltjes en zandkorreltjes nu terecht tusschen de dichte heidevegetatie, dan zullen zij spoedig dalen in het miniatuur-oerwoud, waar een merkwaardige luwte heerscht, zelfs bij hevigen storm! De bouw van de *Calluna*- en *Empetrum*-planten is zoodanig, dat zij met hun talrijke fijne naaldvormige blaadjes ideale windbrekers zijn. Millioenen fijne, als kammetjes fungeerende bebladerde twijgjes breken den wind en vangen het stof uit de voortbewogen lucht op. Wanneer men zich bij windurig weer languit strekt in de hooge heide met het hoofd dicht bij den grond, tusschen de planten, zal men zich kunnen overtuigen van het geweldig sterk windbrekende vermogen der heidevegetatie. Wat nu éénmaal tusschen de heideplanten (ev. het daaronder vegeteerende mosdek), is neergevallen, dat krijgt dus niet weer de kans, opnieuw door den wind te worden opgenomen en verplaatst, zooals dit in de open duingebieden wel het geval is. Mijns inziens is dit dan ook een tweede en wellicht de belangrijkste reden, waarom juist de bodemoppervlakte onder de heidevegetatie zich zoo uiterst langzaam, maar regelmatig heeft opgehoogd. Wij zien dus feitelijk een gelijksoortig aangroeiingsproces, zij het dan ook veel langzamer, als bij de veenafzetting. Tevens vormt ook de heidevegetatie zelf humus, een soort woudhumus, welke op zich zelf genomen, kan gerekend worden tot de milde humusvormen of molmaarden (al kan zij onder bepaalde omstandigheden van het milieu veranderen in zure humus! —), welke dus volstrekt niet altijd tot de veensoorten mag worden gerekend, zooals maar al te vaak geschied is. Zijn

echter de milieu-omstandigheden (ondoorlatende ondergrond, waterstagnatie met daarmede gepaard gaande sterk vertraagde N-kringloop en ophooping van vrije humuszuren) zoodanig, dat het algemeene veenvormingsproces (dwz. de vorming en accumulatie van vrije humuszuren in grootere hoeveelheden) moet plaatsgrijpen, dan kan zich inderdaad ook z.g. „Heide-Trockentorf” vormen. Mijns inziens is dit een algemeen verschijnsel, dat evenzeer geldt voor alle andere afgestorven plantendeelen, of zij van z.g. „veenvormers” afkomstig zijn, dan wel niet. *Eriophorum* kan soms welig tieren in pas met zand overstoven terreinen, maar denkt er dan niet aan veen te vormen, of juist uitgedrukt: de milieu-factoren, welke het veenvormingsproces bewerkstelligen ontbreken ten deele! Het is voor de land- en boschbouwpraktijk van zeer groot belang dit goed te begrijpen. De Rohhumusvorming, soms reeds korte jaren na den aanplant van sparren- en beukenbosschen zijn dus standplaats-fouten, die wij hebben bewerkstelligd. Wel is het een feit, dat de afgestorven resten der ééne plantensoort veel sneller aanleiding kunnen geven tot vorming van vrije humuszuren, dus van veen, dan die der andere soort, maar iedere z.g. „veenvormende plantensoort” (tot *Sphagnum* toe) kan men onder omstandigheden laten leven, dat er van veenvorming geen sprake is.¹⁾

Tot de zeer snel tot veenvorming aanleiding gevende vegetaties behoort ongetwijfeld het mosdek, zooals het over onmetelijke afstanden in den arctischen gordel onzer Aarde wordt aangetroffen als z.g. toendra-vegetatie. Doordat in die gebieden eeuw in, eeuw uit de bodem het geheele jaar door ijs bevat en slechts aan de oppervlakte korten tijd ontdooit, waardoor tevens het mechanisch-chemische

¹⁾ Als men maar zorgt voor regelmatig afvoer of neutralisatie der gevormde vrije humuszuren!

destructie-proces zeer krachtig is, krijgen wij, vooral op afvloeilooze vlakke terreinen, ten slotte een enorme op-hooping van diverse humuszuren. Waar deze vrije humuszuren nu in aanraking komen met de metaalionen van den ontdooiden bovenlaag van een mineraal-rijkeren ondergrond, daar vormen zich direct humuszure zouten (ijzer-, kalk-, magnesium-, aluminium-humaten enz.) in den vorm van dopplerieten. Zoolang er O_2 -toetreding bestaat zijn zij in water disperseerbaar, maar onder afsluiting daarvan vlokken zij als gel uit. Komt nu als tweede factor daarbij de snelle uitdroging van de ontdooiingslaag, zooals die in vele hooger gelegen toendra-gebieden is waar te nemen, dan drogen deze gels in, eerst tot gelatineuse massa's, dan tot een donker bruinzwarte caoutchouc-achtige substantie ¹⁾ en ten slotte als een pikzwarte, op de breukvlakken sterk glanzende vrij harde stof, die zeer moeilijk water opneemt, ja ten slotte zelfs weigert water op te nemen. Dit nu is de kitstof welke de zandkorrels der toendrabanken aaneenkit tot een soort vast gesteente en deze banken dan ook volkomen ondoorlaatbaar maakt, zoowel voor het zakwater, als voor plantenwortels. Slechts door stukvriezen en luchttoetreding kunnen zij uiteenvallen en ten deele weer door water worden verplaatst naar nieuwe niveau's, waar zij zich weer afzetten en ev. indrogen, na opdooi van den bevroren grond, om aldus verlegd een stelsel van infiltratie-vlakken (lagen), de bekende donkere aderen in den ondergrond der toendrabankprofielen op te treden (zie fig. 2). De karakteristieke geelkleuring der onderliggende zanden beschouw ik als te zijn ontstaan door sterk verdunde oplossingen van humuszuren, die

¹⁾ Als zoodanig is het onlangs in groote hoeveelheden aangetroffen op de ontginning „Kyllot” bij Smilde (Dr.) waar het de fossiele vorst-barsten in de harde toendrabank opvulde, soms in platen van 30 cm dikte.

uiterst dunne membranen van humaat rondom de zandkorrels vormen. Kookt men n.l. een kleine hoeveelheid van dit heldergele, blanke zand in een reageerbuisje met verdund KOH op, dan ontstaat een donkerbruine vloeistof terwijl het zand hierna geheel ontkleurd is. De analyse levert voor deze blanke gele zanden dan ook nog het aanmerkelijke bedrag van 1,5—2,3 % humusstoffen op!¹⁾

Deze toendrabank-vorming heeft men reeds lang in de toendragebieden zelf bestudeerd en het zijn dan ook juist de resultaten dier onderzoekingen welke MÜLLER bespreekt en benut voor zijn klassieke pedologische studiën over de West-Jutlandsche heidevlakten. Wellicht doordat deze studiën in het Deensch gepubliceerd zijn, zijn zij nog veel te weinig bekend, gerekend naar de uiterst belangrijke gezichtspunten die er door worden geopend voor heideontginning en bebossching. Een uitvoerig Fransch résumé biedt den belangstellenden lezer echter reeds tal van de meest interessante gegevens, terwijl een zeldzaam rijke literatuurlijst toegang verleent tot zelden vermelde en belangrijke geschriften. Mijn micro-palaeontologische bevindingen zijn in volkomen overeenstemming met de scherpszinnige conclusies van MÜLLER (lit. 1924).

Wij hebben dus gezien dat deze humuszandsteenbanken der heidevelden fossiele arctische bodemoppervlakken kunnen aanwijzen. Dat zij zeer oud kunnen zijn, wist in 1875 reeds EMEIS. Ik citeer hier uit P. E. MÜLLER, 1887, l.c. pag. 228:

„EMEIS hat schon in den „Waldbaulichen Forschungen“ auf Taf. VII unumstössliche Beweise geliefert, dass die typische Haidebildung, mit Torf, Bleisand und Ortstein schon zu der Zeit, als die Hünengräber aufgeworfen wurden, voll entwickelt war, denn dieselben sind auf den genannten Schichten aufgeführt.“ Dat loodzand en humuszandsteen

¹⁾ Volgens de analyses van TUXEN in: MÜLLER, 1887.

echter twee geheel verschillende formaties zijn, waarbij de vorming der dopplerietbanken niets heeft uit te staan met de er boven zich gevormd hebbende loodzandlaag heeft MÜLLER pas veel later leeren inzien.

Het loodzand is mijns inziens dus een vorming, welke correspondeert met een mild en humide klimaat en vindt daarom heden ten dage nog evengoed plaats als in den atlantischen tijd, waarvan wij de bewijzen aantreffen in de zoden welke door de oude-bronstijd menschen werden gestoken voor den opbouw van hun grafmonumenten (tumuli). Deze zoden zijn in de verticaal- en horizontaal-profielen dezer heuvels nog uitnemend te herkennen en bevatten doorgaans naast een donkere, zwartgrauwe, sterk humeuze strook ook een loodgrijze tot bijna witte strook loodzand! In deze zoden trof ik aan de pollen van: beuk, haagbeuk, linde en iep, wat geheel in overeenstemming is met de plaats van de oude-bronstijd-culturen in N.-Duitschland in het algemeene kwartair-tijdschema (Cf. v. BÜLOW, 1930, tabel). Toen, in het subboreaal, was dus reeds een loodzandlaag gevormd. Ook zag ik nabij Kraloo (Dr.) een bronstijd-grafheuvel, welke was opgetrokken op bijna sneeuw wit loodzand, waaronder een steenharde, donker zwartbruine humuszandsteenbank zich uitstreckte. Wederom dus een bewijs, dat beide bij het opwerpen van den heuvel reeds aanwezig waren. Recente loodzandvormingen zien wij bijv. ontstaan onder sparrenbosschen, daar, waar de bodemtoestand voor deze houtsoort dat medebrengt, — maar de harde bruine humuszandsteenbank zien wij daar zich niet vormen! Zoo meen ik ook dat de loodzandlaag onder onze heidevelden verklaard moet worden door een wortellaag die eeuw in eeuw uit is aangewezen geweest op het boven de harde, voor het zakwater en het wortelnet ondoordringbare toendrabank aanwezige zand. Boomgroei is hier, zoo dicht boven de bank, dan ook uitgesloten en steeds door uitgesloten geweest, zoolang

de bank aanwezig was, dus sedert den arctischen tijd! Aanvankelijk waren het uitsluitend Cryptogamen, welke in het uiterst dunne, verweerde, ev. af- en opgestoven en ontdooidde bovenlaagje van deze toendrabank konden vegeteeren (lichenen, wieren, mossen). Dan, in het sterk verweerde en nog steeds veel vrije humuszuren bevattende arctische veenlaagje, vestigde zich o.a. *Selaginella selaginoides* (thans nog op dergelijke veenachtige localiteiten in den arctis en in het hooge gebergte voorkomend). Daarna volgden dan vermoedelijk *Empetrum*, *Andromeda*, *Cassandra*, *Cassiope* e.d., alle arctische heidevormers, om ten slotte op hun beurt en naarmate het klimaat milder werd, afgelost te worden door onze welbekende *Ericaceeën* en mossen, ev. met *Genista's*, *Succisa*, *Pedicularis*, *Arnica*, *Solidago*, *Molinia* enz. Tenslotte was het in ons gebied echter *Calluna vulgaris*, de struikheide, welke de overhand verkreeg. Boven de harde toendra-klippen der vlakke velden heeft zich n.l. een uiterst stabiel milieu gevormd, waaraan blijkbaar *Calluna* zich in perfectie heeft aangepast. De mineraalstof-huishouding is in het *Callunetum*, evenals dit het geval is in het ombrogene mosveen, gestabiliseerd. Zij blijft vrijwel constant, — neemt althans slechts uitermate langzaam toe. De kringloop boven de ondoorlatende bank der vlakke, afvloeilooze velden is eeuw in, eeuw uit: Voor de plant opneembare minerale stoffen $\leftarrow \rightarrow$ vegetatiedek; zonder veel meer dan aanvoer van regenwater en atmosferisch stof en afvoer van overmaat water.

Deze stofhuishouding is echter een uiterst zuinige, zoo zelfs, dat geen ander vegetatiedek er mee schijnt te kunnen concurreeren. In dit verband kan worden gewezen op het sterk vertraagde nitrificatieproces in deze zanden. Ammoniakstikstof kan rechtstreeks slechts in uiterst geringe mate worden gevormd uit den zuren humus dezer oude zanden, daarentegen veel meer uit den milden humus der zelfde zanden! MÜLLER (1924, l.c. pag. 227) geeft den

volgenden uitslag van een experiment, betreffende de N-huishouding van de zelfde humeuze heizanden, mét en zónder bank:

		NH ₄ - stikstof	NO ₃ - stikstof
Bij milden humus (zonder bank)	} na 30 dagen gevormd	3,659	0,685
Bij zuren humus (met bank)		0,352	0

in procenten van de totale stikstof, aanwezig bij het begin v. d. proef. De cijfers zijn gemiddelden van 12 analyses.

Geen wonder dan ook, dat er een bijzondere symbiose (mycorrhiza) bestaat tusschen de *Calluna*-planten en bepaalde fungi, welke laatste vermoedelijk als humus-ontleders hier een groote rol spelen, zoowel als versnellers van den N-kringloop, alsmede als remmen op de eigenlijke veenvorming, zoodat de *Calluna*-vegetatie zich blijvend kan handhaven. Zoodra zich echter een zekere overmaat van vocht voordoet, bijv. in kleine, oogenschijnlijk onbeduidende terrein-inzinkingen, dan kan onmiddellijk veenvorming gaan plaatsvinden en het *Sphagnetum* gaan winnen op het *Callunetum*. Heideveld en mosveenvegetatie zijn hier dan ook twee varianten op een zelfde thema, — waarbij de meerdere of mindere waterstagnatie of de algemeene vochtigheidsgraad van doorslaggevende beteekenis wordt. Door de eeuwen heen moet zich dus uit de toendravegetatie ons atlantisch *Callunetum* en *Ericetum* hebben ontwikkeld tot een schijnbaar „stabiele” phase.

De oorsprong onzer meer stabiele heidevelden ligt mijns inziens dan ook bij de vorming der arctische dopplerietbanken, (Cf. motto hierboven) en niet omgekeerd vinden de doppleriet-banken haar oorsprong in de heidevegetatie (Cf. R. TÜXEN, 1932, pag. 35).

Door een geleidelijke verandering van het klimaat, door de bodemveranderingen en den gesloten mineraalstof-kringloop heeft zich een milieu gevormd, waaraan *Calluna vulgaris* en hare trawanten het best blijvend aangepast zijn

en waardoor zij er het meer stabiele vegetatiedek vormen, dat wij zeker wel kunnen beschouwen als één der allereoudste constante vegetaties van onze klimaatprovincie. Indien éénmaal de toendrabanken door de menselijke cultuur of anderszins zullen zijn verdwenen, zal ook voor deze meer stabiele heidevelden het laatste uur zijn aangebroken. Een dergelijk blijvend heidedek zal slechts weerkeeren, wanneer:

- 1e, in niet al te verre omgeving nog voldoende kernheidevegetaties aanwezig zijn;
- 2e, zolang de oligotrophe lagen boven de toendrabank en de overige milieufactoren (o.a. het klimaat) aanwezig zijn.

Waar de toendrabank (of daarmee gelijk te stellen verschijnselen) weg zijn en alsnog een heideveld-vegetatie optreedt (wegens het aanwezig zijn van kerngebieden), daar is die nieuwe heidevegetatie slechts zeer labiel (tijdelijk), terwijl zij boven de toendrabank-vlakten stabiel genoemd zou kunnen worden over niet al te groote tijdsafstanden. Worden dus door de voortschrijdende menselijke cultuur deze oude arctische bankvormingen uit het landschap uitgeschakeld, dan zal ook de heide als stabiele veldvegetatie uit het landschap verdwenen zijn, totdat misschien na milleniën van jaren een nieuwe glaciaal-periode weer nieuwe toendrabanken heeft geschapen enz.

Ten slotte nog een kort woord over de heidevelden der Hollandsche binnenduinen en wadden-eilanden. Door STARING (1856), HOLKEMA (1870), VAN EEDEN (1885), JESWIET (1913), BIJHOUWER (1926), WEEVERS (1921 en 1928), VAN DIEREN (1932) e.a. is die merkwaardige, sterk aan de vegetatie van ons zanddiluvium herinnerende flora uitvoerig besproken en zijn ook verschillende beschouwingen daaromtrent gegeven. JESWIET wijst in zijn dissertatie (1913) op de oerbanken dier gebieden en zegt bijv. zeer karakteristiek: „Die ausgelaugten und zum Teil übergewehten

Dünen zeigen Ortsteinbildung welche wenigstens im Winter stellenweise stehendes Wasser bedingt. Demzufolge ist die Temperatur niedrig und entwickelt sich hier eine typische Heideflora".

Ofschoon ik pas enkele monsterseriën van bankprofielen uit de omgeving van Hillegom heb onderzocht, krijg ik toch reeds sterk den indruk van geheel overeenkomstige stratigraphische- en micropalaeontologische verschijnselen als in Drente en Gelderland. Daaruit zou dan volgen dat ook die kalkarme tot kalklooze binnenduinprofielen met hun vaak harde humuszandsteenbanken tot het Würm-glaciaal, dus tot het „zanddiluvium" gerekend moeten worden. Verdere onderzoekingen hierover zullen volgen, ook wat betreft de binnenheiden op de waddeneilanden.

Ja, zelfs is er veel, dat er op wijst dat de verschijnselen in de z.g. „knikklei"-lagen der oude (meest landwaarts gelegene) marschgronden en de bank onder de z.g. „Hohlerde" (jong glaciaal) van Seeland (Denemarken) tot de toendraformaties moeten worden gerekend, — hetgeen van verstrekkende beteekenis zou kunnen worden, niet alleen voor de kwartairgeologie in de randgebieden van de ijskappen der laatste glaciaalperioden onzer Aarde, maar ook voor de zich daar afgespeeld hebbende levensprocessen in den ruimsten zin, dus zoowel dier- en plantengeographisch, palae-anthropologisch als oecologisch.

Wijster (Dr.), 4 Juli 1933.

Literatuur.

- 1 BEIJERINCK, W., De ligging der steentijdresten in Midden-Drente. (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., Dl. 49, 1932).
- 2 BEIJERINCK, W., Die mikropaläontologische Untersuchung äolischer Sedimente. (Proc. Kon. Akad. v. Wet. A'dam, 1933).
- 3 BEIJERINCK, W., Over toendrabanken en hunne beteekenis voor de kennis van het Würm-glaciaal in Nederland. (Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 1933).

- 4 BIJHOUWER, J. T. P., Geobotanische Studie der Bergerduinen. Diss. Wag. 1926.
- 5 BÜLOW, K. VON, Handbuch der vergleichende Stratigraphie. (Verl. Borntraeger, Berlin, 1930).
- 6 DIEREN, J. W., De ontwikkeling van het duinlandschap op Terschelling. (Tijdschr. Kon. Nederl. Aandr. Gen. Dl. 49, 1932).
- 7 DEWERS, F., Flotssandgebiete in Nordwestdeutschland, ein Beitrag zum Lössproblem (Abh. Nat. Ver. Bremen, Weber-Festschrift, Bd. XXVIII, 1931/32).
- 8 EEDEN, F. W. VAN, Terschelling. (Album der Natuur, 1885).
- 9 HOLKEMA, FR., De plantengroei der Nederlandsche Noordzee-eilanden. Diss. 1870.
- 10 JESWIET, J., Die Entwicklungsgeschichte der Flora der holländischen Dünen. (Diss. Zürich, 1913).
- 11 MÜLLER, P. E., Studien über die natürlichen Humusformen und deren Einwirkung auf Vegetation und Boden (Verl. J. Springer, Berlin, 1887).
- 12 MÜLLER, P. E., Bidrag til de Jydske Hedesletters Naturhistorie. (Avec résumé: Etudes relatives à l'histoire naturelle du sol des landes à bruyère du Jutland, recherches pédologiques. (Kgl. Danske Vidensk. Selskab, Biol. Medd. IV, 2, 1924).
- 13 SOERGEL, W., Die Gliederung und absolute Zeitrechnung des Eiszeitalters. (Verl. Borntraeger, Berlin, 1925).
- 14 TÜXEN, R., Wald- und Bodenentwicklung in Nordwestdeutschland. (Ber. 37 Wandervers. d. nordwestdeutschen Forstver., Hannover, 1932).
- 15 WALTER, H., Einführung in die allgemeine Pflanzengeographie Deutschlands. (Verl. G. Fischer, Jena, 1927).
- 16 WEEVERS, TH., Die Dünenheiden der Nordseeinseln. (Ned. Kruidk. Arch. 1928).
- 17 WOLFF, W., Die Alterung der nordwestdeutschen Geestboden als Ursache für das Uebergreifen der Hochmoore (Abh. Nat. Ver. Bremen, Bd. XXVIII, 1932).

DER URSPRUNG UNSERER HEIDEFLÄCHEN

Zusammenfassung.

Meine Pollenanalysen der Heidesandprofile mit Ortstein und Bleichsandbildungen (Lit. 1933) haben erwiesen:

1. Dasz die Sandschichten unter unsern Heideflächen oft bis in ziemlich groszer Tiefe (bis 2,5 m-Oberfl.)

Blütenstaub- und Sporenmembranen in genügender Anzahl enthalten können um Pollenanalysen zu ermöglichen;

2. Dasz diese Pollen und Sporen-Überreste eine ganz bestimmte Verbreitung in den aufeinanderfolgenden Bodenschichten aufweisen, quantitativ wie qualitativ, — eine Verbreitung, welche an verschiedenen, auseinander liegenden Stellen des Untersuchungsgebietes die gleiche war in gleichartigen Bodenprofilen.
3. Dasz namentlich in den Bleichsandschichten scharf markierte Pollenhorizonte (-Schichten) auftreten können, welche, so weit es Baumpollen anbelangt, in ihrer Stratigraphie typische Parallelerscheinungen mit den Pollenhorizonten in den postglazialen Moorablagerungen dieses Gebietes (Blytt-Sernander Schema) aufweisen.

Hieraus ergibt sich, so weit ich sehe: dasz die Pollen auf ihren ursprünglichen Lagerstätten aufgefunden wurden und uns also Anweisungen liefern können bezüglich der Entwicklungsgeschichte der Flora während des Aufbaues dieser äolischen, stark sauren Decksandschichten. Die Humusortsteinschichten zeigten immer einen arktischen Charakter (Selaginella-Mikrosporen, Moossporen von Hypnum-Typus, Moosblattfetzen, vereinzelt bisweilen auch Birken-Pollen und Pollen-Tetraden). Es fehlen diejenigen Pollen, welche auf ein milderes Klima hätten deuten können. Ich komme also zu dem Schlusz, dasz es arktische Schichten sein müssen und dasz die Humusortsteinbänke diese arktische Abteilung nach oben begrenzen, wie es auch der dänische Pedologe P. E. MÜLLER (1924), zwar aus ganz anderen Gründen, gleichfalls gezeigt hatt. Der Bleichsand dagegen ist eine Bildung milder und humider KlimaePOCHEN. Bleichsand findet man schon in den Soden der älteren Bronzezeitgräber (Tumuli) sehr deutlich ausgebildet. Diese fossilen Soden enthalten Pollen von: Buche, Hainbuche, Linde und Ulme! —, was also übereinstimmt

mit der zeitlichen Stellung der älteren Bronzezeit im allgemeinen Quartärschema (Cf. VON BÜLOW, 1930, Tabelle). Die harten Humusortsteinbänke bildeten sich in der Gegenwart, unter dem rezenten Bleichsand unseres milden Klimas anscheinend nicht mehr¹⁾; — es sind wohl reinarktische Klimabildungen!

Damit wäre der Ursprung unserer Heideflächen denn auch zu suchen in der Ausbildung der Humusortsteinbänke während der letzten Glazialperiode. Die Bildung von Heideflächen kann selbstverständlich auch jetzt noch stattfinden nach Ausrottung von Wäldern oder z.B. auf verlassenem Urbarmachungen. Wo die Ortsteinschichten aber fehlen sind es immer labile Heidevegetationen, während die Kernvegetation auf Ortstein viel stabiler ist. Es sind diese typischen Doppleritbänke, welche jeglichen Baumwuchs ausschließen und seit ihrer Bildung ausgeschlossen haben müssen. Sie schufen ein Milieu, wo der Mineralstoffkreislauf für die Vegetation sehr stabil und spärlich wurde, während der N-Kreislauf stark verzögert wurde. Zuletzt war es bei den weiteren, unsern heutigen Milieu-Verhältnissen, die *Calluna*-Vegetation, welche sich hier am besten erhalten konnte.

¹⁾ Wohl gibt es in Flugsandgebieten Umlagerung der ursprünglichen Ortsteinschichten, wodurch pseudo-Ortsteinbänke auftreten können (sog. Fuchserde-Schichten), welche aber nie die Härte und dunkle Farbe des primären Ortsteins zeigen.