

Geologie. — *De Allerød-oscillatie in Nederland. Pollenanalytisch onderzoek van een laatglaciale meerafzetting in Drente.* (Met een diagram en een tabel). I. By T. VAN DER HAMMEN. (Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie, Leiden.) (Communicated by Prof. C. J. VAN DER KLAUW.)

(Communicated at the meeting of December 18, 1948.)

Inleiding.

Sinds HARTZ en MILTHERS in 1901 voor de eerste maal in laatglaciale sedimenten op het Deense eiland Seeland een tijdelijke verbetering van het klimaat konden aantonen, die de Allerød-oscillatie werd genoemd, is deze voor de correlatie zo belangrijke klimaatsschommeling op vele plaatsen in Europa waargenomen. Zo werd het voorkomen van de Allerød oscillatie aangetoond onder meer bij Hamburg door SCHÜTRUMPF (o.a. 1936), in Oostpruisen door GROSZ (1937), bij Bremen door OVERBECK en SCHNEIDER (1938), in Ierland door JESSEN en FARRINGTON (1938), in het Untereichsfeld, ten Zuiden van de Harz, door STEINBERG (1944), in Frankrijk door G. en C. DUBOIS (1944), in het Bodenmeer gebied door INGE MÜLLER (1947) en in het Lake District in Engeland door WINIFRED PENNINGTON (1947). Voorts werd onze kennis van flora en klimaat in het Laatglaciaal belangrijk uitgebreid door een aantal publicaties van de hand van IVERSEN (o.a. 1946, 1947). In Nederland was het vooral FLORSCHÜTZ (o.a. 1939, 1941, 1944), die zich met de vegetatie-ontwikkeling in het Laatglaciaal heeft beziggehouden. Hij heeft enige diagrammen gepubliceerd die gedeeltelijk gebaseerd waren op de analyses van laatglaciaal veen. Het resultaat van zijn onderzoek stelde hem in staat, voor ons land een schema van de vegetatie-ontwikkeling te ontwerpen (zie de tabel). FLORSCHÜTZ (1939) was het ook, die voor de eerste maal de mogelijkheid opperde van het voorkomen van afzettingen uit de Allerødtijd in Nederland. Later wees WATERBOLK (1947) eveneens hierop. Tot nu toe heeft men echter de Allerød-oscillatie in Nederland nog niet met zekerheid aan kunnen tonen. De oorzaak daarvan moet gezocht worden in het feit, dat slechts een gering aantal laatglaciale meerafzettingen uit Nederland bekend is, in tegenstelling tot b.v. Denemarken, waar deze afzettingen zeer veelvuldig zijn aangetroffen. Meerafzettingen blijken n.l. zeer scherp veranderingen in het klimaat weer te geven, door een daarmee parallel gaande verandering in de sedimentatie: meer minerogeen tijdens slechtere, meer organogeen tijdens betere klimaatsomstandigheden. Bovendien zijn de locale invloeden op de polleninhoud van het sediment, zoals die vooral in veen optreden tengevolge van de vegetatie ter plaatse, aanmerkelijk geringer in meerafzettingen. Dit is van groot belang, daar de polleninhoud van laatglaciale venen beïnvloed kan zijn door de locale vegetatie van Cyperaceae. De pollen-

spectra geven dan geen zuiver algemeen beeld van de plantengroei ten tijde van de afzetting, maar representeren de locale begroeiing, gesuperponeerd op de regionale. Deze verwikkeling zal eerst ten volle te ontwarren zijn, wanneer met behulp van de analyse van meerafzettingen beter inzicht zal zijn verkregen in de regionale vegetatie-ontwikkeling in Nederland. Door de onderzoeken van enkele pollenanalytici, waaronder IVERSEN op de voorgrond treedt, is het door een vergelijkende studie van de morfologie van pollen en sporen mogelijk geworden, om naast de stuifmeelkorrels van bomen een groot aantal soorten kruidenpollen en sporen te determineren. Dit kruidenpollen blijkt nu juist in laatglaciale sedimenten van uitermate groot belang te zijn, niet alleen quantitatief maar ook kwalitatief. In de eerste plaats zijn de zuivere botanische resultaten van het kruidenpollenonderzoek natuurlijk van veel gewicht voor de reconstructie der vegetatie. Daarnaast blijken die resultaten echter ook de stratigrafie te kunnen dienen, daar een bepaald soort kruidenpollen of een associatie van verschillende soorten alleen of hoofdzakelijk in bepaalde zones van het Laatglaciaal voor kan komen. IVERSEN heeft nu voor het weergeven van de uitkomsten der analyses van laatglaciale afzettingen een geheel nieuw diagram-type ontworpen, dat meer beantwoordt aan de bijzondere eisen, die aan een duidelijke afspiegeling van de vegetatie-veranderingen in die tijd mogen worden gesteld. Als basis van procentberekening neemt hij de som van al het pollen van bomen, anemophiele kruiden en Ericaceae. Alle stuifmeelkorrels van andere planten en alle sporen blijven buiten deze „pollensom”. Voor het verkrijgen van één spectrum worden ongeveer 500 tot de „pollensom” gerekende stuifmeelkorrels geteld. Dit is noodzakelijk, om de gewenste statistische zekerheid voor de percentages der verschillende soorten van het kruidenpollen te bereiken. Het zal duidelijk zijn, dat het op deze wijze samenstellen van een diagram zeer veel tijd in beslag neemt. De resultaten blijken er echter ten volle tegen op te wegen.

Vindplaats en aard van het onderzochte materiaal.

In April 1948 werd, met het doel een laatglaciale meerafzetting te vinden, geboord met de Dachnovsky-sonde aan de rand van de verlandingszone aan de Westoever van het Hijkermeer. Dit is gelegen bij Hijken ten Zuid-Westen van Hooghalen in de provincie Drente. Deze plaats werd uitgekozen naar aanwijzingen van Prof. FLORSCHÜTZ. Het meertje, dat afmetingen heeft van ongeveer 200 m × 150 m, is een van de vele kommen op het Drentse plateau, hier omringd door zandafzettingen, op de geologische kaart als fluvio-glaciaal aangegeven. In de naaste omgeving komt het keileem aan de oppervlakte voor. In het midden staat waarschijnlijk ongeveer 5 m water, reeds een opmerkelijke diepte voor een dergelijke kom. Bovendien werd nu op de boorplaats een sediment-pakket van 6,5 m aangetroffen, voor het onderliggende zand bereikt werd, waaronder dan nog de keileem te verwachten is. Op zijn minst moet de diepte in het midden oorspronkelijk dus 11 m bedragen hebben. Het is wel zeer waar-

schijnlijk, dat we hier met een kom te maken hebben, die zijn ontstaan aan een in de grondmoraine achtergebleven massa gletscherijs te danken heeft.

Aangetroffen werden (dieptecijfers globaal; zie verder het diagram)

0—	± 100	cm veen van de verlandingszone;
± 100—	510	„ detritus-gyttja;
510—	580	„ klei-gyttja, met uiterst fijn „zand”;
580—	600	„ detritus-gyttja;
600—	630	„ klei-gyttja;
630—	?	„ zand.

Al dadelijk rees het vermoeden, dat het in de kleigyttja ingeschakelde laagje detritusgyttja zou corresponderen met de Allerød-oscillatie, daar deze afwisseling van meer minerogene en meer organogene afzettingen onder analoge omstandigheden elders karakteristiek is hiervoor. Het microbotanische onderzoek heeft dit vermoeden geheel bevestigd. De onder en boven de Allerødlaag aanwezige sedimenten bleken naar hun polleninhoud overeen te komen met resp. de Oudere en Jongere Dryas-lagen uit Denemarken. Hoewel overblijfselen van *Dryas octopetala* of dergelijke toendraplant in deze lagen in Nederland nog niet aangetoond zijn, en het zelfs min of meer twijfelachtig is, of deze plant ten tijde van de afzetting der bovenste kleigyttja in Nederland voorkwam, menen we toch deze namen, als zuiver stratigrafische, over te moeten nemen. Bovendien hebben zij in de Europese literatuur reeds algemeen ingang gevonden.

Wijze van werken.

Bij de bereiding van het materiaal voor de analyses werd gebruik gemaakt van de verkorte methode ERDTMAN, zoals die bij de Deense Geologische Dienst toegepast wordt, steeds voorafgegaan door een behandeling met KOH en HF. Verder werden de berekeningen der procenten geheel uitgevoerd op de reeds in de inleiding vermelde methode van IVERSEN. Zodoende werd een grote mate van vergelijkbaarheid met de Deense diagrammen verkregen.

Secundair pollen.

Bij de analyse van het materiaal werden in een aantal monsters, afkomstig uit het laatglaciale deel van de afzettingen, enkele stuifmeelkorrels van warmteminnende bomen aangetroffen, die in dit milieu allerminst verwacht konden worden. IVERSEN (1936) heeft het zelfde verschijnsel in Denemarken waargenomen, alleen in veel sterkere mate. Hij toonde aan, dat deze stuifmeelkorrels — waaronder zich typisch tertiaire en interglaciale typen bevinden — tezamen met het minerogene materiaal uit het keileem afkomstig moeten zijn. Steeds werden ze ook begeleid door een waarschijnlijk uit het Tertiair afkomstig marien micro-organisme, waaraan hij de naam *Hystrix* gaf, en dat eveneens in het keileem voor bleek te komen. Door een vernuftige correctie-methode wist hij, met behulp van het zeker

secundaire pollen, ook het ingespoelde pollen dat niet direct als zodanig herkenbaar was (b.v. van *Pinus* en *Betula*), te elimineren. Zo bleken bijvoorbeeld bijna alle in de Oudere Dryas-afzettingen voorkomende *Pinus* korrels secundair te zijn. Deze methode kon helaas op ons materiaal niet worden toegepast, maar gelukkig bleek de hoeveelheid zeker secundair pollen zeer gering te zijn, zodat de verontreiniging slechts een zeer geringe invloed op het diagram gehad kan hebben.

Wij hebben gemeend het weinige pollen van warmteminnende houtige gewassen, dat in ons laatglaciale materiaal gevonden werd, niet in het diagram te moeten aangeven, maar in een hieronder volgende tabel te moeten vermelden, daar wij het voor een groot deel als secundair beschouwen, en wel om de navolgende redenen:

1. Het voorkomen ervan in de min of meer minerogene afzettingen, terwijl het in de meer organogene afzettingen bijna geheel ontbreekt. Dit betekent dus een afname bij klimaatsverbetering.

(Bij een verbetering van het klimaat treedt namelijk een meer volledige begroeiing op, waardoor de erosie minder sterk, en dus de lacustrine sedimentatie minder minerogeen wordt.)

2. Het eveneens voorkomen van stellig secundair pollen, bijvoorbeeld van *Tsuga*, *Rhus*, *Platycarya*, *Carya*, *Abies* en *Picea*.

3. Het samengaan met „*Hystrix*”.

4. De conservatietoestand, die vaak vrij slecht is, in tegenstelling tot het overige aanwezige pollen (uitgezonderd sommige *Pinus* korrels, die waarschijnlijk eveneens secundair zijn), terwijl bovendien de kleur afwijkt van het overige materiaal, wat doet denken aan een voorafgaande insluiting in veen of bruinkool.

Monster	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<i>Corylus</i>	1	3	3	3	1	1	—	—	—	2	1	2	5	2	3	(1)	Aantal pollen-korrels
<i>Quercus</i>	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	
<i>Alnus</i>	1	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Picea/Abies</i>	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	
Tertiaire typen	—	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	
<i>Hystrix</i>	—	×	×	?	—	—	—	—	—	—	—	×	—	×	—	—	

Helaas is de Allerød-laag niet geheel zuiver organogeen, want in het bovenste deel van de detritusgyttja komen kleine mineraal-partikeltjes voor. Daardoor is het niet uit te maken, of een enkele *Corylus*-korrel daarin primair voorkomt, een mogelijkheid, die misschien niet geheel uitgesloten mag worden.

We zullen na de analyse van niet geheel zuiver organogene en van minerogene sedimenten van laatglaciale ouderdom, de uiterste voorzichtigheid moeten betrachten bij het trekken van conclusies uit het voorkomen van een enkele korrel van meer-warmteminnende bomen. Voorts is er de

mogelijkheid van transport over grote afstand, dat in boomarme gebieden op kan treden, van het beboste achterland uit. Mogelijk zijn ook daardoor enkele *Corylus*-korrels in de sedimenten van het Hijkermeer terecht gekomen.

Over het voorkomen van *Corylus*-pollen in laatglaciale afzettingen zie men ook het laatste onderdeel van dit artikel.

Algemeen overzicht van de vegetatie-ontwikkeling.

Het diagram is verdeeld in drie afdelingen. A is het algemene diagram, tonend van links uitgezet de curven van de bomen en struiken, en van rechts uitgezet de percentages van de som der anemophiele kruiden en van de Ericaceae. Deze beide groepen vormden tezamen de basis voor de procentberekening. *Corylus* is, zoals gebruikelijk, buiten de som gehouden. B geeft de curven van de anemophiele kruiden en van *Empetrum* afzonderlijk, en C geeft hetzelfde voor de niet in de „pollensom” begrepen planten, te beginnen met *Juniperus*. Deze laatste is, om resultaten te verkrijgen die vergelijkbaar zouden zijn met de gepubliceerde Deense diagrammen, buiten de „pollensom” gehouden. Geheel rechts zijn de waarden opgegeven van de boompollenfrequentie (Tree Pollen Frequency, T.P.F.), het gemiddeld aantal boompollen-korrels per preparaat.

In A komt duidelijk de afwisseling van een open landschap met meer of minder dichte bossen tot uitdrukking. In het onderste deel toont dit diagram ons het beeld van een open landschap met slechts weinig bomen. Bovendien is waarschijnlijk hier een groot deel van het *Betula*-pollen afkomstig van *Betula nana*, naar een oppervlakkige grootte-beoordeling. Om hiervan meer zekerheid te krijgen zal een statistische meting van de korrels noodzakelijk zijn. De boompollenfrequentie is in de onderste monsters gering. We zouden het uit dit deel van het diagram sprekende vegetatie type, met enig voorbehoud, een „niet geheel boomloze toendra” willen noemen. Wij hebben deze uitdrukking gekozen, in de veronderstelling, dat hier, evenals in Denemarken, toentertijd een landschap aanwezig was, dat alhoewel niet geheel boomloos, de meeste overeenkomst met een toendra zal hebben gehad. Met nadruk vestigen wij echter de aandacht op de omstandigheid, dat van echte toendraplantten tot dusver geen overblijfselen gevonden zijn.

Hierna vertoont het diagram een duidelijke stijging van de *Betula*-percentages, samengaand met een vermindering van de kruiden-procenten. We noemen het in die tijd aanwezige vegetatietype, in navolging van IVERSEN, een „parktoendra”, die we ons moeten voorstellen als een open landschap met verspreide boomgroepen.

Direct daarop volgt een nieuw, en ditmaal zeer hoog maximum van het kruidenpollen. De weinige *Betula*-pollenkorrels zijn ook hier bijna alle opvallend klein, terwijl de T.P.F. zeer gering is. Het lijkt aannemelijk, hier tot het bestaan hebben van een toendra te besluiten, daarbij dezelfde gedachtegang volgend, die tot de keuze van de uitdrukking „niet geheel

boomloze toendra" heeft geleid, en met inachtneming van hetzelfde voorbehoud.

Hierna treedt een plotselinge en sterke teruggang op van de kruidenlijn, gepaard gaande met een scherpe stijging van de *Betula*-curve, en met een veel grotere T.P.F. Iets hoger in het diagram neemt het *Pinus*percentage plotseling toe en vervolgens geleidelijk weer af, terwijl het kruidenprocent opnieuw groter wordt. Blijkbaar was het terrein om het meer in de tijd van het lage kruidenpercentage bebost, in tegenstelling met daarvoor en daarna. Ook de sedimentatie wijst op een klimaatsverbetering, want in deze bostijd was zij hoofdzakelijk organogeen, na tevoren minerogeen geweest te zijn. De bossen worden, gezien het hoge kruidenpercentage, weer lichter, maar ditmaal komt het niet verder dan tot de vorming van een „park-toendra". De *Empetrum*-heide moet in deze tijd een grote uitbreiding gehad hebben.

Ten slotte begint nu, zoals uit het bovenste deel van het diagram blijkt, de definitieve bebossing. Spoedig nemen *Pinus* en *Corylus* een belangrijke plaats in de bossen in, terwijl ook de componenten van het *Quercetum mixtum* verschijnen.

Parallelisatie en zone-indeling.

Vergelijkt men nu het diagram van het Hijkermeer met de Deense diagrammen van de hand van IVERSEN, dan blijkt met een oogopslag, dat in het onze een duidelijke Allerødzone aanwezig is. Ook overigens is een goede parallelisatie met de Deense diagrammen mogelijk, niet alleen wat het algemene verloop aangaat, maar ook wat betreft het voorkomen van bepaalde soorten kruidenpollen. We hebben dan ook niet gearzeld, voor ons diagram de zone-indeling van IVERSEN te gebruiken (zie hiervoor het diagram en de overzichtstabel).

Het lijkt nuttig, om hier, waar voor de eerste maal de Allerød-oscillatie met zekerheid in Nederland herkend is, de waarnemingen op te sommen, die tot haar aanwezigheid deden besluiten. Deze zijn:

1. Een wijziging in de sedimentatie: een organogene afzetting, een laag detritus-gyttja, ingeschakeld in een pakket hoofdzakelijk minerogene sedimenten van laatglaciale ouderdom, wijzend op een tijdelijke klimaatsverbetering.
2. Het plotseling sterk afnemen van de kruidenpollenpercentages in de detritus-gyttja-laag en het toenemen van de boompollenprocenten, met stijging van de boompollenfrequentie en een daling van de *Salix*-percentages. Dit alles eveneens wijzend op een tijdelijke klimaatsverbetering.
3. De overeenstemming van de onder en boven deze laag liggende sedimenten — wat kruidenpolleninhoud betreft — met de sedimenten onder en boven de Allerød-laag in Denemarken, resp. overeenkomende met de Oudere Dryas-laag en de Jongere Dryas-laag. Zo komen b.v. voor *Hippophaë* en *Helianthemum* in de er onder liggende, *Empetrum* in de er boven liggende laag.

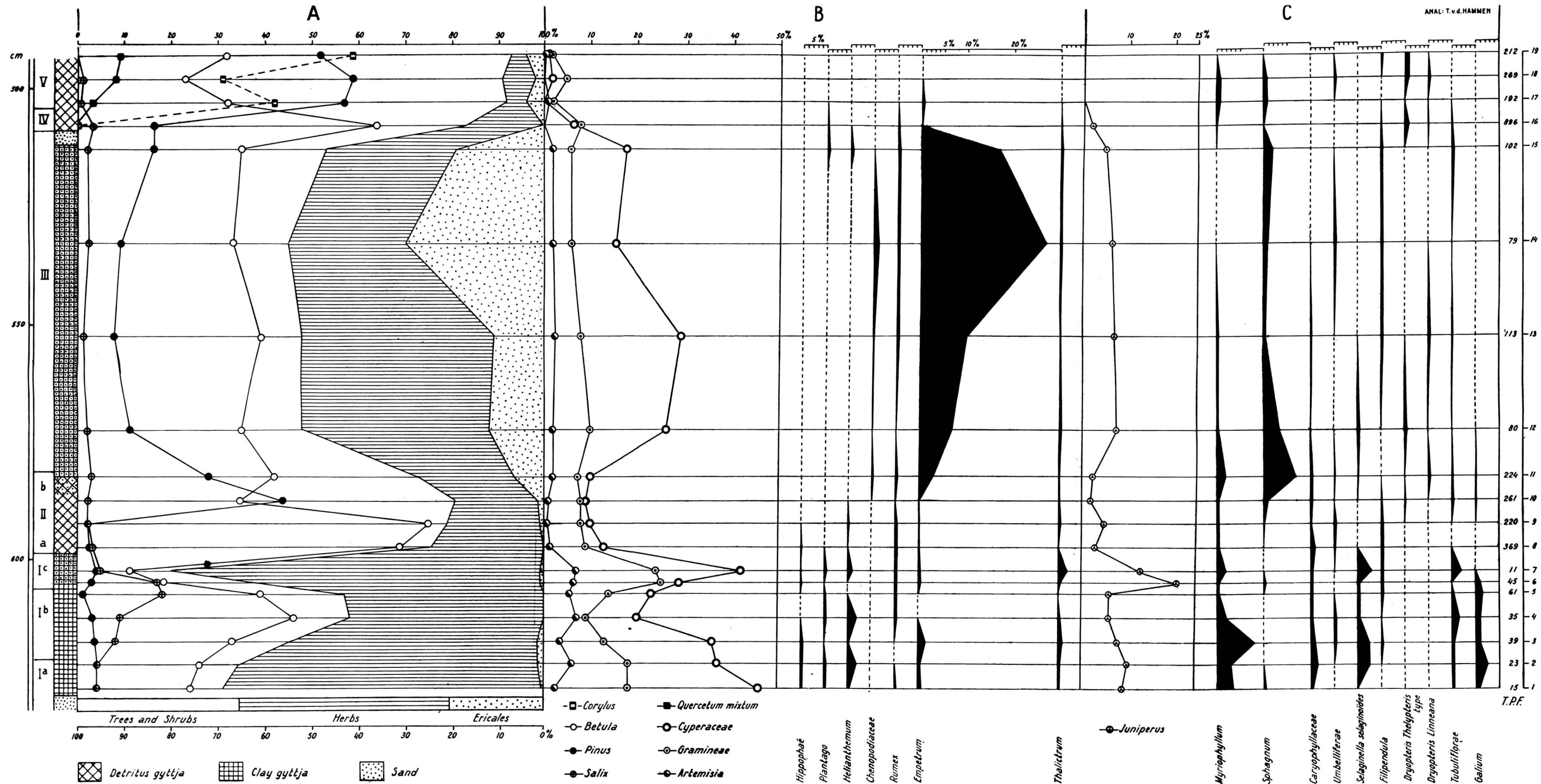


Diagram from the Hijkermeer (lake of Hijken), in the province of Drente, Holland. The sum of calculation of the pollen percentages consists of the pollen of all anemophile plants (with the exception of the water-plants).

The diagram consists of three parts:

A. The general part.
B. Pollen curves for the anemophile herbs (together with Hippophaë and Empetrum), which are included in the sum of calculation (striped and spotted part of A).

C. Curves for the pollen and spores of plants which are not included in the sum.

(T.P.F. = Tree Pollen Frequency = number of tree-pollen grains per slide 18×18 mm).

Hiermede zijn dus tevens de redenen van parallelisatie van de onder en boven onze Allerød-laag aanwezig laatglaciale sedimenten met IVERSENS zones I en III aangegeven.

Er blijkt nu in onze zone I nog een kleine oscillatie voor te komen, die wel is waar van veel geringere betekenis is dan de Allerød, doch niettemin een opvallend karakter heeft. IVERSEN vond een dergelijke klimaatsschommeling op geheel analoge plaats in het diagram in afzettingen uit het Bøllingmeer in Midden-Jutland (IVERSEN, 1947), die hij Bølling-oscillatie noemde. Zowel bij onze oscillatie als bij die van Bølling is de klimaats-terugslag aan het eind veel scherper dan de klimaatsverbetering aan het begin, die geleidelijker geschiedde, bij beide uitkomend in het verloop van de Betula- en de kruidenlijn. Het laat dan ook geen twijfel, dat beide oscillaties identiek zijn. Daardoor zijn we in staat, hier ook IVERSENS onderverdeling van de Oudere Dryastijd te gebruiken, n.l.

- Ic Vroegere Dryas-tijd
- Ib Bølling-oscillatie
- Ia Vroegste Dryas-tijd.

We gebruiken deze benamingen, hoewel zij minder fraai zijn, inplaats van Oudere en Oudste Dryas-tijd, om verwarring met de naam Oudere Dryas-tijd voor de gehele zone I te voorkomen. De Allerød-tijd kan bij ons verdeeld worden in een oudere fase met zuivere Betula-bossen, en een jongere fase met Pinus-Betula-bossen. Merkwaardig is de plotseling steil opkomende Pinus-lijn. Een geheel analogoos verloop heeft deze lijn op Bornholm (IVERSEN, schr. med.). Een indeling in tweeën van de Allerød-tijd op grond van een kleine klimaatsschommeling, zoals die in de Deense diagrammen vaak uitkomt, is in ons diagram niet aan te tonen. Volgens IVERSEN gaat het hier om een kleine oscillatie, die alleen in een zeker randgebied om de gletschers uit zal komen.

Op zone III volgt, met de definitieve klimaatsverbetering en bebossing, zone IV, het Praeboreaal, waarvan het begin samenvalt met een verandering in sedimentatie.

Slechts één monster (16) valt in deze zone, die hier dan ook slecht ontwikkeld is. In dit monster werd één *Corylus* korrel aangetroffen. De zone van de zuivere Pinus-Betula-bossen schijnt dus in ons diagram te ontbreken; het is evenwel onzeker, welke waarde aan de vondst van slechts één *Corylus*-korrel gehecht moet worden.

De monsters 17, 18 en 19 behoren tot het onderste deel van het Boreaal, zone V, met vrij hoge *Corylus*-percentages en opkomst van de componenten van het *Quercetum mixtum*.