

PALYNOLOGIE: EEN RECENTE GEOLOGISCHE WETENSCHAP

door P. Haseldonckx, Leiden

Résumé

Dans cet article, l'auteur veut donner une impression générale de la palynologie, comme elle s'est développée dans les dernières années. Après l'histoire, le traitement chimique et technique des pollen et l'interprétation des résultats sera discutée en bref. La palynologie n'est pas seulement d'un intérêt stratigraphique, mais elle est aussi importante en rapport avec le processus sédimentaire. Dans cet article l'auteur mentionne aussi quelques applications palynologique, ainsi que quelques exemples des tables des résultats, diagrammes et quelques reproductions des pollen récents.

Samenvatting

de auteur schetst in dit artikel een beeld van de palynologie zoals die zich in de laatste decennia heeft ontwikkeld. Naast de geschiedenis wordt de technische en chemische behandeling van pollen, de verwerking en interpretatie in het kort besproken. De palynologie heeft niet alleen een stratigrafische belang, maar is ook belangrijk in verband met sedimentatieprocessen. Daarna worden in dit artikel nog enkele palynologische toepassingen vermeld, alsmede enkele voorbeelden van verwerkingstabellen, grafieken en enkele tekeningen van recente pollen.

HISTORIE VAN DE PALYNOLOGIE

Palynologie, vroeger ook wel pollen-analyse genoemd, is een term opgebouwd uit twee griekse woorden: "palyno" betekent bestrooien met fijn poeder, en "logos" betekent woord, kunde. Het oudere pollenanalyse is afgeleid van het latijnse "pollen", dat fijn stuifmeelpoeder betekent. De term palynologie werd in 1944 voorgesteld door Hyde en Williams, als een alternatief voor het tot dan toe gebruikelijke pollen-analyse, dat niet meer voldeed. Pollenanalyse was inderdaad een vlag geworden, die de spreekwoordelijke lading niet meer dekte, omdat er in de ontwikkeling steeds nieuwe aspecten bijkwamen, zoals de studie van sporen en micro-organismen, die men meestal ook tot de moderne palynologie rekent.

De palynologie is een nog recente wetenschap. Algemeen wordt aangenomen dat de eerste pollendiagrammen, die Lennart von Post in 1916 publiceerde het begin vormden van de moderne palynologie. Nochtans begon de studie van pollen reeds veel eerder. De ontwikkeling van deze studie was ten nauwste verbonden met de ontwikkeling die de microscoop doormaakte, omdat pollenonderzoek zonder microscoop nu eenmaal onmogelijk is.

Toen Hooke in de loop van de zeventiende eeuw een bruikbare microscoop construeerde, werden er snel enkele studies over pollen gepubliceerd.

Deze studies beperkten zich hoofdzakelijk tot de observatie en de beschrijving van pollen, maar toen er voldoende materiaal bekend was, gingen men over tot classificatie. Zo had Fischer op het eind van de negentiende eeuw ongeveer 2000 plantenspecies bestudeerd. De pollen-analyse maakte een snelle ontwikkeling door toen medici op zoek gingen naar het verband tussen pollen en bepaalde allergies, zoals hooikoorts en asthma. Maar voor 1836 beperkte de hele studie zich tot recente pollen. De eerste die fossiele pollen bestudeerde, was de Duitser Göppert, die ze vond in miocene koolafzettingen in zijn land. Daarna verplaatste het accent zich duidelijk naar de Scandinavische landen, waar mensen als Lagerheim verdienstelijk werk verrichtten in kwartaire sedimenten in N. Zweden, zij het dan dat zij zich beperkten tot de determinatie van de pollen. Lennart von Post (1884-1951) een specialist in veenafzettingen, was de eerste die de palynologie als een geologische wetenschap toepaste. Bij de studie van de chronologie van het post-glaciaal in 1916, gebruikte hij pollen als stratigrafisch hulpmiddel voor het vastleggen van grenzen. Toen zijn onderzoek tastbare resultaten opleverde, steeg de interesse in deze nieuwe wetenschap en weldra werd het aantal onderzoekers talrijker, vooral dan kwartair-geologen. De ontdekking dat pollen bruikbaar waren voor identificatie en correlaties van koolhoudende (en dus economisch belangrijke) afzettingen, was een stimulans voor de ontwikkeling van het onderzoek van palaeo- en mesozoische pollen.

De publicatie in 1777 van "Katechismus der natuur", waarin J. F. Martinet, dominé te Zutphen, over pollenmorfologie en pollenverspreiding schreef, vormde voor Nederland het prille begin van de pollen-analyse. Pollen-analyse op wetenschappelijk niveau begon in Nederland na de publicaties van de Zweedse onderzoekers. In de jaren 1920 - 1930 verscheen de eerste Nederlandse publicatie van de hand van Mevr. Polak over veenafzettingen in Oost Nederland. Vooral aan de universiteit van Utrecht ontwikkelde deze studie zich verder in de dertiger jaren onder de leiding van Prof. F. Florschütz (1887 - 1965). Na de tweede wereldoorlog werd en wordt er nog steeds aan bijna alle nederlandse universiteiten aandacht besteed aan het een of ander aspect van de palynologie.

HOE WERKT MEN IN DE PALYNOLOGIE ?

Vooraleer men met een analyse van pollen onder een microscoop kan beginnen, moeten er eerst monsters verzameld worden, die men dan weer in een laboratorium bewerkt, zodat men de pollen tenslotte uit het sediment-residu op een voorwerp-glaasje kan brengen. Zoals later zal blijken, dienen zowel het veldwerk als het prepareren in het laboratorium zeer zorgvuldig

te geschieden. Dit is een zeer lastig probleem, maar de waarde van het onderzoek is volledig afhankelijk van de voorbereidingen en de zorg waarmee ze uitgevoerd worden.

Om een representatief beeld te krijgen van de vroegere vegetatie, dienen ook de verzamelde monsters (meestal uit een boring) representatief te zijn. Van groot belang is dus dat er geen pollen uit andere afzettingen of uit de tegenwoordige vegetatie in de monsters terecht komen (contaminatie!). Met een eventuele aanwezigheid van recente pollen dient dan ook altijd rekening te worden gehouden, wanneer men monsters aan de oppervlakte neemt of wanneer bepaalde lagen aan menselijke activiteit (i.v.m. archeologie) hebben blootgestaan. Bij boringen bestaat de moeilijkheid hierin, dat men in losse sedimenten moet trachten de boorkernen ongestoord aan de oppervlakte te krijgen. Verschillende technische snufjes zijn nodig om te vermijden, dat het sediment gaat vloeien in de boorbuis of dat sediment aan de binnenwand blijft kleven bij het laten zakken van de buizen en zo de opvolging in het sediment verstoort. Wanneer men niet dieper werkt dan enkele tientallen cm in de bodem, volstaat het graven van een put, zodat men langs de wand monsters kan verzamelen. Is het noodzakelijk om dieper te gaan, dan maakt men meestal gebruik van boorkoppen van een verschillend type, naargelang de aard van het sediment. Nam men vroeger elke 25 cm een monster uit een boring, dan doet men dit nu gemiddeld elke 5 cm. Nochtans hangt dit van het sedimentatieproces af. Het monsterevenement gebeurt nu elke cm of misschien maar elke 10 cm, naar mate het optreden van variaties in de afzetting.

Niet alleen de methode van bemonsteren, maar het uitzoeken van een goede locatie is al even belangrijk om contaminaties van pollen te vermijden. Faegri & Iversen (1966) prefereren lacustriene afzettingen, maar ook zij waarschuwen voor het probleem van de contaminatie in meren en meerafzettingen. Het verdient daarom aanbeveling te bemonsteren op plaatsen, die beschermd zijn tegen een te sterke wind en stromingsactiviteiten. Alleszins te vermijden is de plaats waar een rivier het meer instroomt, omdat het risico van contaminatie en oxidatie er te groot is. Verder dient men rekening te houden met de klimatologische en seizoenomstandigheden, waarin men werkt. Op dagen met een hoge pollenproductie en pollenverspreiding is het risico van contaminatie in de monsters natuurlijk zeer groot. Ook op regenachtige dagen is het niet aan te bevelen monsters te verzamelen, want een kleine regenbui volstaat om de lucht, waarin altijd wel pollen aanwezig zijn te zuiveren, zodat deze pollen in de monsters terecht komen. Voorzichtigheid bij het bemonsteren is dus zeker geboden, want een contaminatie van pollen maakt de hele monsternamen en de volgende

stappen in het onderzoek waardeloos.

Na de monstername volgt de chemische bewerking. Deze scheidt nog grotere problemen dan het bemonsteren. Men moet namelijk trachten het sediment waarin de pollen geconserveerd zijn volledig op te lossen, zodat alleen de pollen in het sediment-residu overblijven. Het is dus afhankelijk van de aard van het sediment welke chemische methode men toepast. Niet alleen de aard van het sediment, maar vooral de pollen, die men in het sediment aanwezig vermoedt, bepalen of een chemische bewerking kan toegepast worden. Pollen zijn namelijk beschermd door de exine (ectexine en endexine), een dubbele buitenlaag, waarvan men nog niet precies de samenstelling kent omdat ze zo resistent en moeilijk te onderzoeken is. Vicari (1957) noemde de bestanddelen van deze exine "sporopollenins". De dikte van deze beschermende exine varieert met de verschillende plantenspecies, zodat de mate van resistentie hiervan afhankelijk is. Pollen met dunne exine worden vrij snel aangetast door oxidatieprocessen en gaan dan voor het onderzoek verloren. Het aangeven van een uniforme chemische bewerking is zo goed als onmogelijk en dit maakt het voor een amateur-palynoloog moeilijk om zelf een chemische pollenbewerking uit te voeren, temeer daar men de beschikking moet hebben over een elektrische oven om het water uit de monsters te verwijderen (pollen zijn resistent tot 300° C), centrifugeertoestellen om de chemische bewerking te versnellen en het werken met hoge concentraties van zuren en basen vraagt om een aangepast laboratorium.

Zodra men een sediment-residu heeft dat voldoende zuiver is, kan men de pollen uit het residu overbrengen op een voorwerp-glaasje om ze onder de microscoop te analyseren. Niet alleen de determinatie van de verschillende pollen is belangrijk, maar ook het aantal pollen van de verschillende plantenspecies, die in het monster voorkomen. Hieruit kan men dan een reconstructie maken van de vroegere vegetatie en met de hulp van de sedimentologie kan men het geologisch beeld reconstrueren. Er zijn een aantal statistische methoden nodig om deze aantallen te verwerken.

Een apart probleem hierbij vormt de methode van transport van de pollen naar de stamper en de mate van pollenproductie. Sommige planten produceren enkele miljoenen pollen per jaar (een tienjarige den ongeveer 350.000.000 per jaar), andere daarentegen volstaan met enkele duizenden. Dit heeft een duidelijke en significante invloed op de aantallen die we in onze analyse terugvinden. Het transport van meeldraad naar stamper hangt hier direct mee samen. Autogame species, die zichzelf bevruchten zonder dat de pollen in de buitenlucht komen (en dus geen kans krijgen

zich te verspreiden), hebben een zeer geringe pollenproductie en de aantallen die we in een analyse vinden zijn dus meestal onder-representatief. Planten, waarvan de pollen door dieren getransporteerd worden, hebben een niet frequente productie en onregelmatige verspreiding, zodat ook zij dikwijls een onder-representativiteit vertonen in het vegetatiebeeld. De anemogame species hebben de grootste pollenproductie, doordat slechts een gering aantal door transportmoeilijkheden aan de bevruchting deelneemt. Deze pollen vinden we vrij overvloedig in het sediment en zijn meestal over-representatief, zodat er een correctie moet aangebracht worden. Het transport van pollen kan in verschillende stadia verlopen: transport, afzetting, nieuw transport uiteindelijk opname in het sediment. Deze cyclus van transport en afzetting kan zich vele malen herhalen en geeft soms aanleiding tot een complex probleem in de analyse: de aanwezigheid van b.v. triadische pollen in pleistocene sedimenten. Deze "secundaire" (of: recyclische of reworked) pollen maken dus deel uit van een tweede cyclus: dit betekent dat het sediment, waarin ze geconserveerd zijn geweest door erosie of chemische verweringsprocessen is vrijgekomen, waarna de pollen opnieuw in recentere sedimenten werden afgezet.

Het is uitermate belangrijk dat men deze secundaire pollen kan scheiden van pollen, die voor de eerste keer in het onderzochte sediment zijn afgezet, om foutieve conclusies uit de analyse te vermijden. Dit is niet zo lastig wanneer het om een plantenspecies gaat, dat sterk afwijkt van de normale en te verwachten vegetatie, maar in andere gevallen zijn chemische bewerkingen of fysisch onderzoek noodzakelijk.

Een methode om primaire van secundaire pollen te onderscheiden is de kleuring met "Safranin O". Variaties in de kleurintensiteit geven een weerspiegeling van de chemische veranderingen in de exine, die optreden in het proces van de secundaire cyclus (Stanley 1966). Naarmate de pollen ouder zijn heeft de kleuring minder effect en de intensiteit varieert dan ook van zeer licht bruin (laat-palaeozoisch) tot donker rood bij vroeg-tertiaire pollen. Een andere methode om secundaire pollen te onderscheiden is het onderzoek met de fluorescentie-microscopie, maar de ontwikkeling van dit onderzoek staat nog in de kinderschoenen en is te technisch om hier verder op in te gaan (Van Gijzel 1966).

Uit het microscopisch onderzoek komen gegevens te voorschijn in verband met aantallen pollen uit verschillende plantenspecies. Het totaal van deze aantallen vormt de pollensom en in percentages wordt dan het aandeel van de verschillende species uitgedrukt. De variaties van de percentages kan men volgen door een verticale reeks monsters uit een sedimentafzet-

ting en zij geeft een kwantitatieve aanduiding voor de veranderingen in de vegetatie tijdens de periode van afzetting. Met deze gegevens, die men verwerkt in diagrammen en tabellen (zie fig. 3 en 4) tracht men dan het palaeogeografisch beeld te reconstrueren. Op te merken valt hierbij, dat dit meestal onmogelijk is zonder de hulp van andere geologische wetenschappen, zoals de sedimentologie en de micro-palaeontologie.

MARIENE PALYNOLOGIE EN SEDIMENTEN

De palynologie waarover gesproken werd in het korte historische overzicht is de palynologie van terrestrische afzettingen. Na de tweede wereldoorlog ontwikkelde zich een nieuwe tak, die van de mariene palynologie. Hierin bestudeert men pollen die geconserveerd zijn in mariene sedimenten. Deze pollen zijn van terrigene oorsprong en zij weerspiegelen de vegetatie van het omringende land. Zij geven dus een beeld van een gehele regio, waardoor locale verschillen in de vegetatie uitgeschakeld worden: "Pollen-spectra are more mixed, thus given an integrated picture of the vegetation" (Korenova 1964). Op te merken valt hierbij dat pollen net als fijn klastisch sediment alleen neerslaan in een uitermate rustig milieu: de oceaانبodem met weinig relief en weinig turbulentie is meestal een dergelijke plaats. De mariene palynologie geeft dan ook een beeld van de vegetatie- en klimaatveranderingen in de loop van enige honderden of duizenden jaren. Dit laatste wordt veroorzaakt door de langzame sedimentatie-processen in een rustig bekken op de bodem van de oceaan.

Het grote voordeel van de mariene palynologie is wel het feit dat al te grote variaties op lokaal niveau in het totaalbeeld uitgeschakeld worden. Vooral het pollenonderzoek in veenafzettingen draagt dikwijls een sterk lokaal karakter en kan een zodanige significante invloed hebben dat de representativiteit van een dergelijke vegetatie voor de regio in twijfel moet getrokken worden.

Voor de conservatie van pollen is de aard van het sediment uitermate essentieel. Zoals hierboven reeds werd beschreven zijn pollen zeer gevoelig voor oxidatie en een porcuze zandsteen is dus geen ideaal conserveringsmilieu voor pollen. De meeste pollen zijn dan ook bewaard gebleven in kleien, silt en lutieten van terrigene oorsprong. Een verklaring hiervoor is het feit dat pollenkorrels ook als fijnkorrelig sediment-partikel beschouwd worden en op dezelfde wijze als deze laatste worden getransporteerd en ook bezinken (Groot en Groot 1966). Deze hypothese steunt op het feit dat stromingen van het water zorgen voor het transport van pollen naar de oceaانبodem.

Dit transport gebeurt echter niet alleen door stronngen in het water. De meeste pollen worden immers getransporteerd over een afstand van maximaal honderd KM door winden en in hogere luchtlagen. Men neemt algemeen aan dat deze honderd KM een natuurlijke grens vormen voor de pollenverspreiding door atmosferisch transport (Erdtman 1943). Alle verdere transport geschiedt dan door het water. Een ander belangrijk aspect is dat het aantal pollen per gram sediment afneemt met de afstand uit de kust: de kans dat de pollen beschadigd of vernietigd worden neemt immers sterk toe.

In de mariene palynologie is het een duidelijke zaak dat met al deze bijzondere aspecten van de verspreiding ernstig rekening dient gehouden te worden om een foutieve interpretatie van pollendiagrammen te voorkomen. Ook de problemen van secundaire pollen spelen hierbij een belangrijke rol.

TOEPASSINGEN

Palynologie wordt heden ten dage veel toegepast in de industrie, vooral dan bij boringen als een hulpmiddel voor de correlatie van lagen of pollen als gidsfossielen om een laag op zijn juiste plaats in de stratigrafische kolom thuis te brengen.

Palynologie kent echter veel meer toepassingen in de wetenschap: zo heeft men de polleninhoud van de faecaliën van de prehistorische mens onderzocht en hieruit een reconstructie van zijn dieet aan plantaardige stoffen gemaakt. Hetzelfde deed Kuprijanova in 1957 voor mammoeten die gevonden werden in het Siberische ijs. Medici zijn ook sterk geïnteresseerd in pollen in verband met allergiën, zoals boven al werd vermeld. Ook de melittopalynologie is bekend en wordt gebruikt bij de studie over het werk van bijen en de omstandigheden waarin dit werk plaats vindt. Pollen worden hier ook gebruikt bij de controle op contaminaties, die de aanwezigheid van exotische honing kunnen aantonen.

Vareschi (1942) bestudeerde gletschers en hun aangroei en afname. Lagen ijs, die in de zomer aangroeiden, bevatten veel pollen, lagen in de winter aangegroeid, waren meestal vrij van pollen.

De palynologie wordt zeer veel gebruikt in verband met de datering van sedimenten, hoewel een groot gedeelte van deze taak is overgenomen door de C^{12} - C^{14} methode (radio-actieve koolstofdateringen). Deze laatste geeft alleen een chronologische informatie, terwijl de palynologie ook nog een beeld geeft van de biologische situatie. De datering met behulp van pollen wordt veel toegepast in het archeologisch onderzoek, hoewel hier vele problemen verscholen liggen als de contaminatie van pollen en het bezinken (of doen bezinken door de prehistorische mens) van archeologische voorwerpen in diepere lagen.

De palynologie vindt ook een toepassing in de studie van de klimaatfluctuaties, zoals die zich weerspiegelen in een pollendiagram. Het zijn meestal veranderingen in de temperatuur en de hydrologische factoren als verdamping en neerslag.

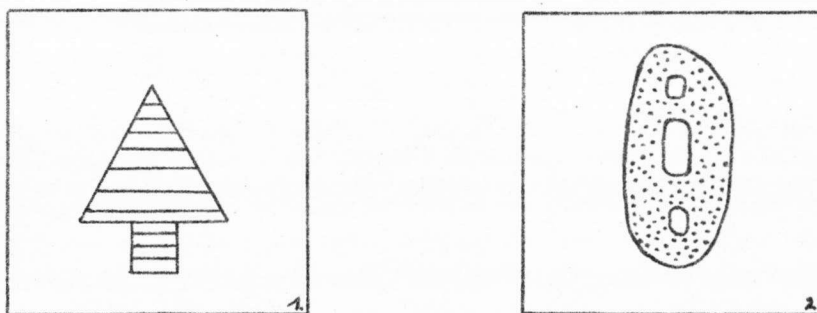
De vermelding van deze toepassingen is zeker niet volledig. Het doel van dit artikel was trouwens de lezer, onbekend met de palynologie, een algemeen beeld van deze wetenschap voor ogen te brengen. Denken wij bijvoorbeeld maar even aan de chronologie van de ijstijden, het vastleggen van de grens Pleistoceen-Holoceen, en nog zo vele toepassingen meer !

LITERATUUR

- Erdtman, G. - An introduction to pollen-analysis. Cronica Botanica Co, 1954.
Faegri, K. & Iversen, J. - Textbook of pollen-analysis. 2nd Edition. Blackwell Oxford, 1964.
Groot, J. J. & Groot, C. R. - Marine palynology: possibilities, limitations, problems. Marine Geology, 4, pp. 387-395, 1966.
Gijzel, P. van - Palynology and fluorescence microscopy. Review Palaeobot. and Palynol., 2, 1966.
Jonker, F. P. - Palynology of the Netherlands. Review Palaeobot. and Palynol., 1, pp. 31-35, 1967.
Koreneva, E. V. - Marine palynological researches in the U. S. S. R. Marine Geology, 4, pp. 565-574, 1966.
Manten, A. A. - Lennart von Post and the foundation of modern palynology. Review Palaeobot. and Palynol., 1, pp. 11-22, 1967.
Manten, A. A. - Half a century of modern palynology. Earth-Science Review, 2, 1966.
Morrison, G. B. - The Pleistocene-Holocene boundary. Geologie en Mijnbouw, 48, 1969.
Stanley, E. A. - Problems of reworked pollen and spores in marine sediments. Marine Geology, 4, pp. 397-408, 1966.

Adres van de schrijver: P. M. A. Haseldonckx,
Cobetstraat 58,
Leiden

BIJLAGEN



Figuur 1 en 2.

Voorstelling van de pollen van resp. het leeuwbeekje (*Anterrhinum majus*) en de berenoor (*Primula auricula*), door Martinet, in "Katechismus der natuur", 1777.

secties	1	2	3
Pinus	800	700	700
Quercus	40	35	30
Graminae	300	300	400
Compositae	10	8	10

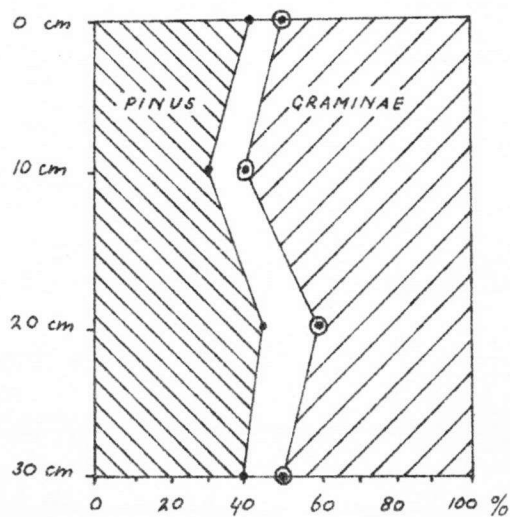
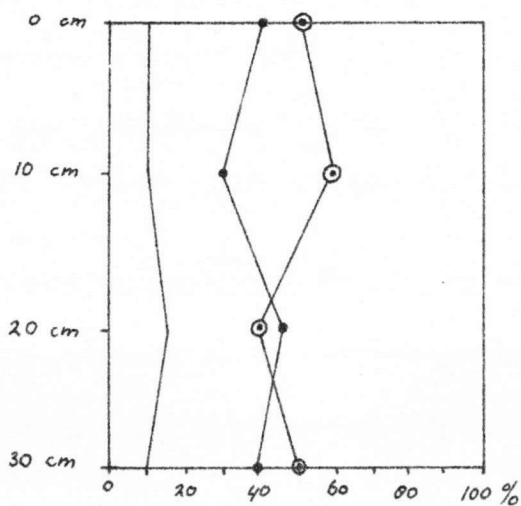
figuur 3a

voorbeeld van een tabel waarin de totaalstellingen van de voorwerpglasjes verwerkt zijn.

secties	1	2	3
Pinus	69%	67%	62%
Quercus	3,5%	3,3%	2,6%
Graminae	26%	29%	33%
Compositae	minder dan 1 %		

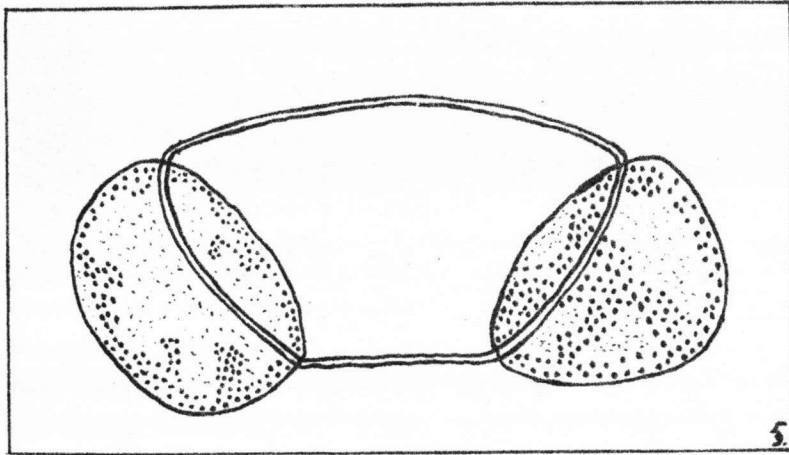
figuur 3b

voorbeeld van de vorige tabel, waarin deze totaalstellingen nu percentsgewijs zijn voorgesteld zodat men een beter overzicht krijgt van de situatie



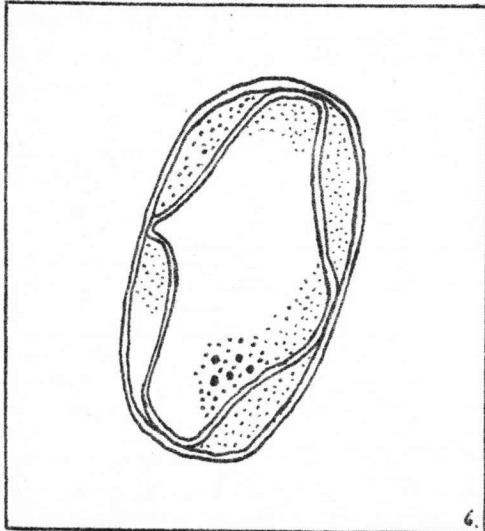
figuur 4a en 4b

Twee mogelijkheden voor de voorstelling van de gevonden pollenpercentages uit vier opeenvolgende monsters uit een boring. z.g. pollendiagrammen.



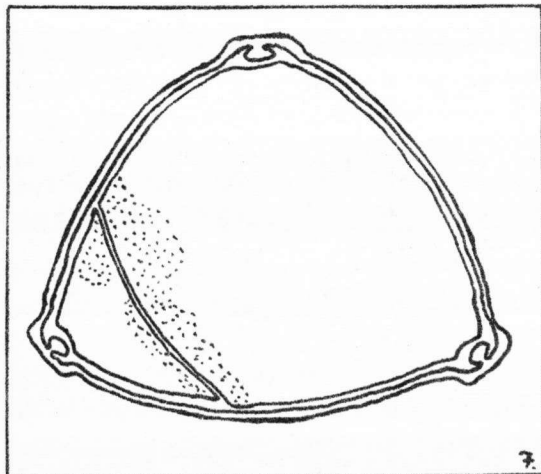
figuur 5

ollen van *Pinus silvestris*
Zeer karakteristiek zijn de
twee luchtzakken aan weers-
zijden van het centrale li-
chaam. Dit is een duidelijk
voorbeeld van een pollen die
door de wind getransporteerd
wordt.



figuur 6

Pollen van *Quercus robur*. Deze boom komt
meestal voor op zware vochthoudende gron-
den, maar ook op droge standplaatsen. Deze
ellipsvormige pollen wordt door het water
getransporteerd.



figuur 7

Pollen van *Betula pubescens*. Deze boom
komt vrij algemeen voor, vooral in
venen, moerassen, duinpannen en in bos-
rijke streken.

De afbeeldingen op deze pagina werden
getekend naar preparaten van het Rijks-
museum van Geologie en Mineralogie te
Leiden. Ik dank de heer Drs. H.J.W.G.
Schalke zeer voor zijn bereidwilligheid
deze preparaten tijdelijk aan mij af te
staan.