

„Palmhout” uit diluviale grinden in Oost-Nederland

door: J. v. d. Burgh en J. E. Meulenkamp

Abstract.

An investigation was made concerning the botanical affinities of various samples of "Palmwood" found in diluvial sands in the eastern Netherlands. They appeared to belong to 5 species, 4 of which, *Palmoxylon porosum*, *P. variabile*, *P. pachyoxylon* and *Rhizopalmoxylon pilosum* were true palms and one, *Palmoxylon eibergenense* showed affinity to *Bromeliaceophyllum rhenanum*.

In addition a description is given of a small piece of *Tempskya*, possibly *T. schimperii*. It is not possible to determine with certainty the age and geographic origin of these materials.

Inleiding

Reeds jaren lang wordt in de omgeving van Eibergen en ook wel op andere plaatsen in oost Nederland verkiezeld palmhout verzameld. Hiervan was bekend, dat een stukje uit Eibergen in 1904 door Stenzel als *Palmoxylon porosum* beschreven is. Het was de vraag, gezien de variaties in het uiterlijk tussen deze stukken, of dit alles wel tot bovengenoemde soort gerekend kon worden.

Op initiatief van de heer Roding (1956) werd in 1961 een onderzoek hiernaar begonnen en diverse instellingen en verzamelaars werden verzocht hun materiaal ter beschikking te stellen. Velen reageerden hierop positief en van het door hen hiertoe ter beschikking gestelde materiaal is, voorzover het Palmhout of iets dat daarop geleek betreft, in de hiernavolgende bladzijden sprake.

Het betreft hier stukken, ons ter beschikking gesteld door: Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie te Leiden, Museum "Natura Docet" te Denekamp, Natuurhistorisch museum te Enschede, de heren: De Graaf, Jansen, Koenderink, Kolstee, Kortenbout, van der Sluys, Rhebergen en Stam. Het is hier de plaats om deze mensen en instellingen, die hun materiaal helaas een reeks van jaren niet terugzagen hartelijk dank te zeggen. Tevens danken wij de heer Roding voor de vele moeite, die hij zich getroost heeft om ons aan materiaal te helpen. Verder geldt onze dank de heer H.A. Elsen-doorn, de amanuensis-slijper, die vaak op de onmogelijkste momenten van zo min mogelijk materiaal bruikbare preparaten moest maken en daar altijd in geslaagd is. Eveneens danken wij de heer Frank de Vries, die tot diep in de nacht heeft zitten werken om op tijd de foto's in het gewenste formaat te kunnen leveren. Verder danken wij Mr. D.K. Ferguson B.Sc.M.Sc. voor het kritisch doorlezen van de Summary.

De resultaten zijn voorzover het *Palmoxylon* of *Rhizopalmoxylon* betreft reeds gepubliceerd, (v.d. Burgh en Meulenkamp in *Acta Botanica Neerlandica* 15, 1966).

Van de gevonden soorten volgt hieronder een beschrijving, tezamen met foto's. Bovendien wordt een stuk *Tempskya* beschreven.

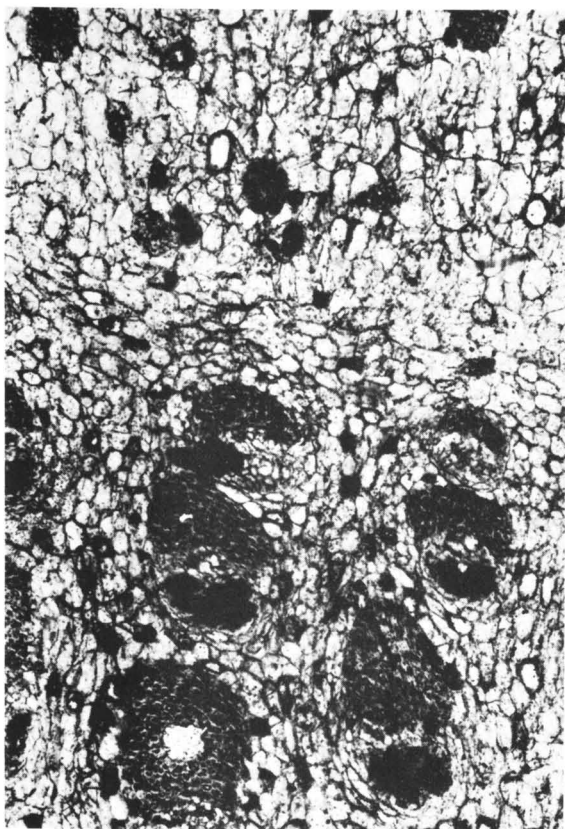
ENKELE OPMERKINGEN OVER DE ANATOMIE VAN EEN PALMENSTAM

De stam van een Palm (fig. 1) bestaat uit een dunne schorslaag en een centrale cylinder. Deze beide delen zijn opgebouwd uit parenchymatisch (dunwandig) grondweefsel met daarin verspreid een groot aantal vaatbundels en steenvezelbundels (Sklerenchymbundels). De centrale cylinder kan globaal verdeeld worden in een subdermale zône met vele vrij dicht opeen staande vaatbundels en een centrale zône met minder ver uiteenliggende vaatbundels.

De sklerenchymdelen dezer bundels zijn in de subdermale zône groter dan in de centrale zône. Beide zônes gaan geleidelijk in elkaar over. Het merg bestaat uit parenchymatische (dunwandige)



1



2

of sklerenchymatische cellen (met dikke, houtige wanden). Tussen de mergcellen komen veelal holten, z.g. intercellulair voor.

SCHEMA VAN DE BOUW VAN STAMMEN VAN HET TYPE PALMOXYLON

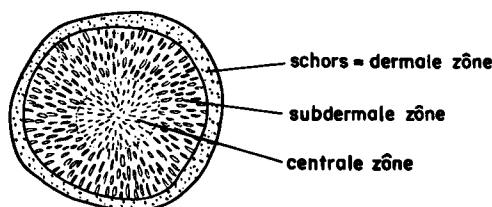


FIG. 1

De sklerenchymbundels zijn op dwarse doorsnee rond tot ovaal en bestaan alleen uit dikwandige steencellen. De vaatbundels bestaan uit een sklerenchymgedeelte en een vaatbundelgedeelte. Dit laatste bestaat uit een houtgedeelte met meestal 2 grote vaten en enkele kleinere; verder een bastgedeelte, opgebouwd uit dunwandige elementen. Dit vaatbundelgedeelte wordt om-

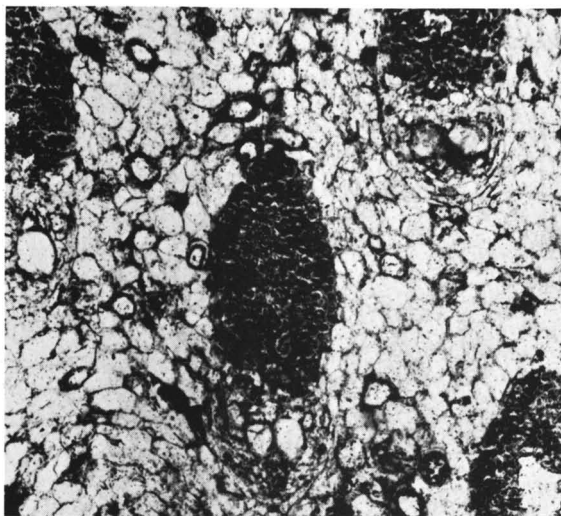
geven door een schede, die geheel of gedeeltelijk uit sklerenchym bestaat. Aan de bastzijde van een vaatbundel vinden we dan een dikke sklerenchymkap fig.2a, soms aan de houtzijde een tweede fig.2b, die meestal kleiner is. In enkele gevallen zijn deze kappen verbonden en wordt het vaatbundelgedeelte geheel door sklerenchym omgeven fig.2c. In de subdermale zône staan de vaatbundels georiënteerd t.o.v. de buitenkant van de stam; met dien verstande, dat dan het houtgedeelte het meest naar binnen ligt en het bastgedeelte met sklerenchymkap naar buiten gekeerd is. In de centrale zône is deze oriëntatie onduidelijk of niet waarneembaar.

Beschrijving der gevonden soorten.

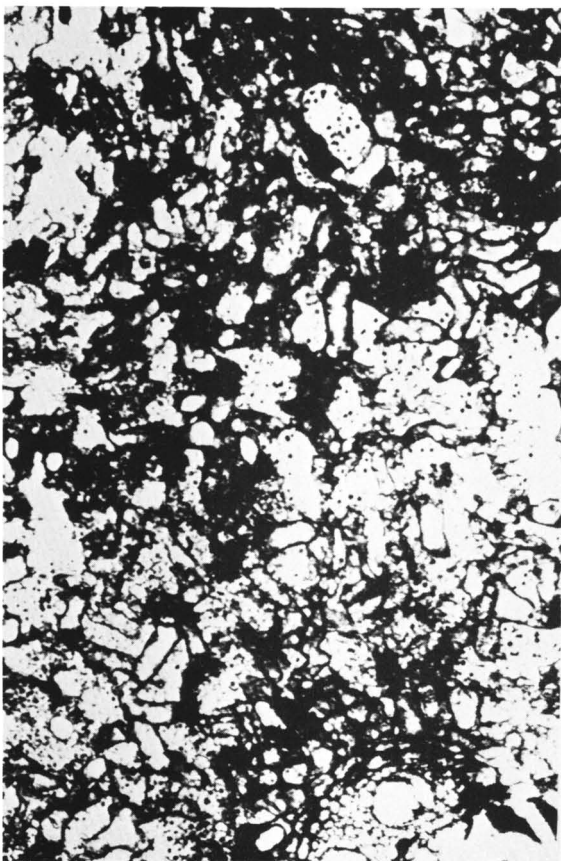
PALMOXYLON Schenk 1882

PALMOXYLON POROSUM Stenzel 1904

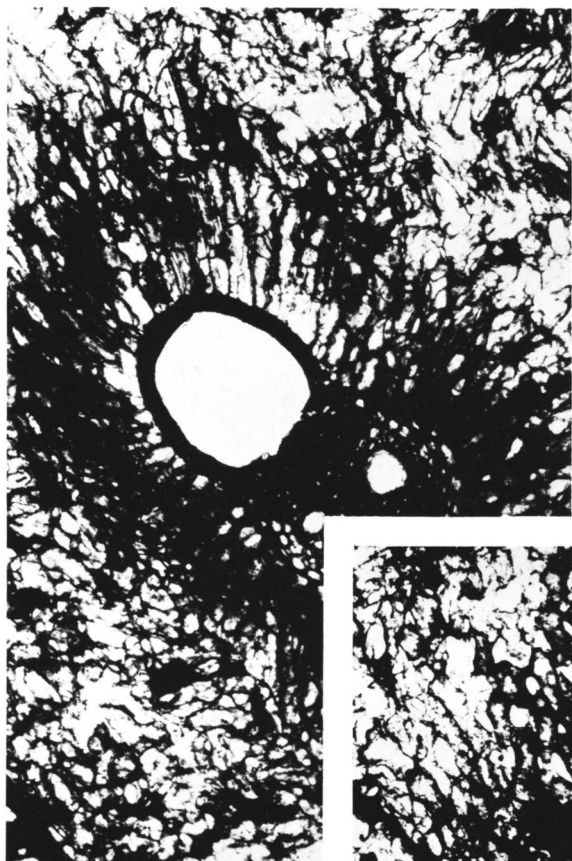
Verreweg de meeste stukken behoorden tot deze soort. (foto 1). Enkele stukken bestonden uit schors + centrale cylinder (b.v. twee uit de collectie Natura Docet en een van de heer Kolstee uit Winterswijk. De meeste stukken echter misten de schors. In de schorslaag bevinden zich sklerenchymbundels. De grondmassa is een parenchymatisch weefsel met kleine intercellulair (Foto 2, bovenste helft). Meer naar binnen volgt dan het eigenlijke stamweefsel bestaande uit parenchymcellen met daartussen intercellulair en vaatbundels. De sklerenchymbundels ontbreken hier geheel. De vaatbundels hebben alle maar één sklerenchymkap, die naar verhouding niet erg groot is. (Foto 2, benedenste helft en Foto 3). Het houtgedeelte bestaat meestal uit twee grote vaten, enige kleinere en tracheiden; het bastgedeelte uit dunwandige elementen. Meer naar binnen neemt het aantal vaatbundels per oppervlakte eenheid af en hierdoor de ruimte er tussen toe. Het parenchymatische grondweefsel is hier erg los gebouwd met langgestrekte cellen en vele grote intercellulair (Foto 4). De parenchymcellen staan straalsgewijze om de vaatbundels gerangschikt. De sklerenchymkappen zijn hier duidelijk kleiner dan in de subdermale zône (vergelijk foto 3 met foto 5 en 6). De sklerenchymgedeeltes van deze bundels zijn meestal geheel of gedeeltelijk tijdens de fossilisatie verteerd en vormen nu lange kanalen door de stam. Hiernaar is de soort door Stenzel benoemd.



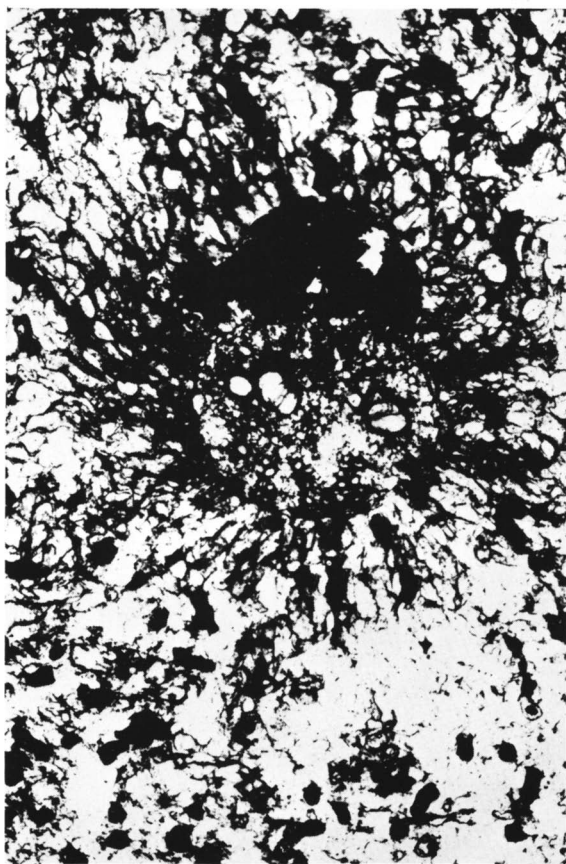
3



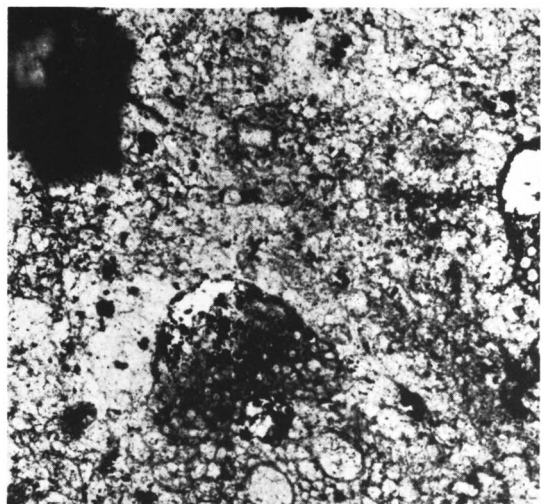
4



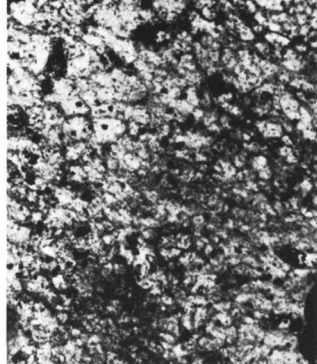
5



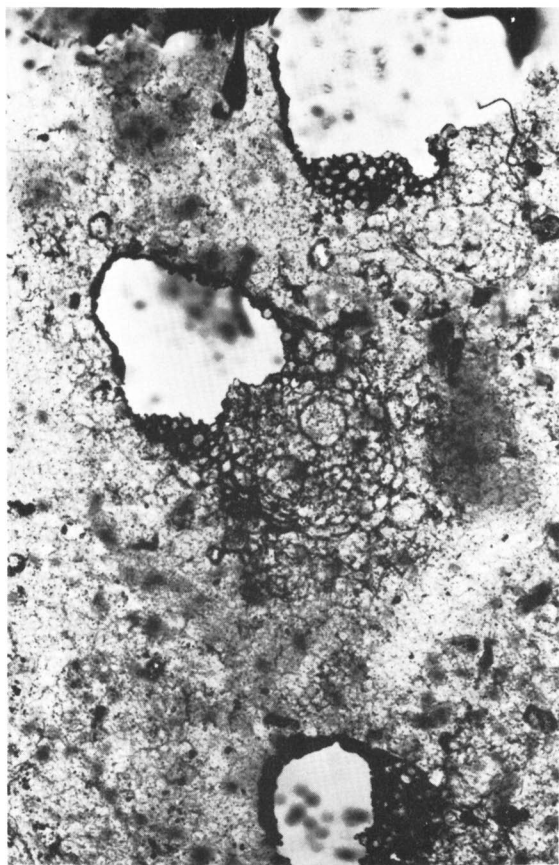
6



7



8



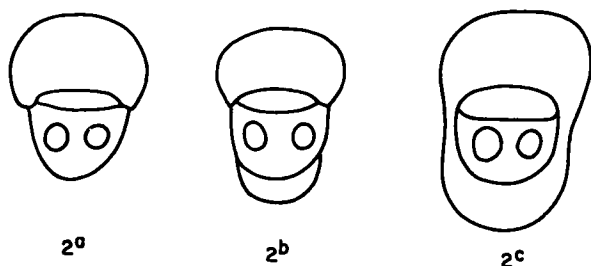
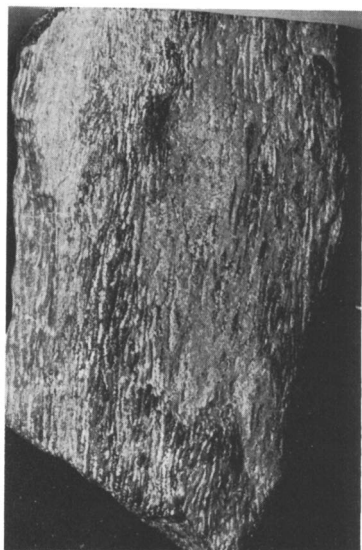


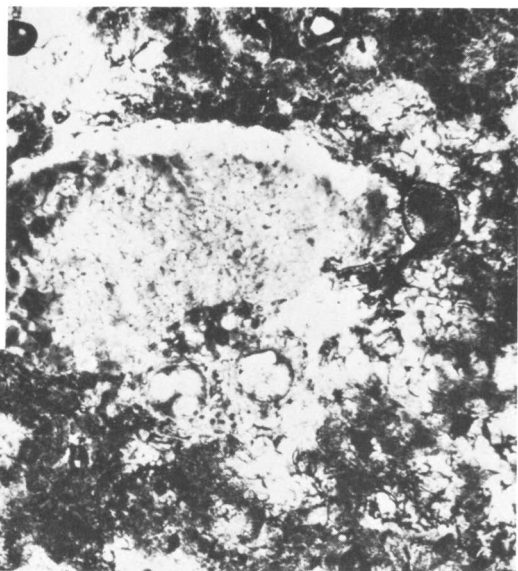
FIG. 2

Aan de hand van een aantal foto's hebben wij getracht aan te tonen, dat dit kenmerk niet typisch is voor deze soort. Er zijn stukken, waarbij deze structuren wel geheel bewaard gebleven zijn (foto 2 en 3) en er zijn overgangen (foto 3 en 7) naar die gevallen, waar ze verdwenen zijn (foto 5 en 8). Soms is de zo ontstane ruimte geheel of gedeeltelijk gevuld met een humusachtige substantie, die waarschijnlijk van de verteerde vezels afkomstig is. (foto 6).

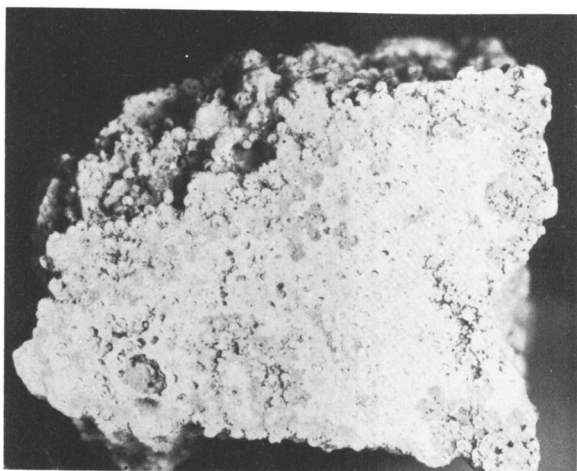
Wij zien hierbij, speciaal in meer volledig bewaard gebleven stukken, dat de sklerenchymbundels aan de buitenzijde van de stam het best bewaard gebleven zijn, en dat als er een gedeelte van verteerd is, dit meestal de binnenste vezels uit een bundel zijn. (foto 3). Hieruit valt af te leiden, dat gewoonlijk de verkiezelings in de stam van buiten naar binnen verlopen is en dat het binnendringen vertraagd is bij de zeer dikwandige sklerenchymbundels. Het merg is dus altijd goed verkieseld en eveneens de hout- en bastgedeeltes van de vaatbundels. De sklerenchymdelen werden nu door met kiezelzuurhoudende vloeistof doordrenkt weefsel omgeven en van daaruit langzaam door kiezelzuur gepenetreerd. Deze vertraging kwam juist door de stevige, voor verteringsprocessen moeilijk toegankelijke wanden van het sklerenchym. Als de verkiezelings volledig genoeg was zijn alle sklerenchymkappen behouden. Dit is nog niet waargenomen bij deze soort. Was de verkiezelings minder volledig, dan ontstond het bovenbeschreven beeld; dit is verscheidene malen waargenomen bij zowel deze soort als andere soorten. In vele gevallen is de verkiezelings nog minder ver gegaan en zijn alle of bijna alle sklerenchymkappen niet verkieseld. Op de lange duur zijn die dan alsnog verweerd en ontstonden de kanalen. Dit is zowel bij deze soort als ook bij andere soorten waargenomen. Was het stuk al voor het begin van de verkiezelings niet volledig, dan zette het proces in bij de toenmalige buitenzijde met als gevolg heel andere verhoudingen in de verspreiding over de stam van verkieselde en niet verkieselde kappen. Dezelfde verschijnselen vinden we bij alle 5 andere hier beschreven soorten plantenresten. Bij *P. variabile* zijn een aantal sklerenchymkappen geheel of gedeeltelijk verdwenen. Bij *P. pachyoxylon* zijn bijna alle sklerenchymkappen aangetast. Hier zijn de gaten door kwarts weer geheel of gedeeltelijk opgevuld (secundaire verkiezelings na het verteren van de sklerenchymvezels). Bij *Rhizopalmoxydon pilosum* en *Tempskya?schimperi* zijn het de binnenste delen van de sklerenchymatische cortex die aangetast zijn. Bij *Palmoxylon eibergense* tenslotte is het verschijnsel gecompliceerder, doordat de sklerenchymkappen hier nogal dunwandig zijn. Hier is echter ook duidelijk, dat terwijl vaatbundelgedeeltes en grondweefsel alleen maar sterk gebleekt en soms ook platgedrukt en daardoor onherkenbaar zijn, van de sklerenchymkappen soms delen ontbreken; delen die er duidelijk wel geweest zijn.



9



10



11

P. variabile Vater 1884

Van deze soort is slechts één stuk gevonden (foto 9). Het bevindt zich in de collectie van de heer Rhebergen te Schonebeek en is gevonden in Westerhaar. Het kwam sterk overeen met de beschrijving van P. variabile door Vater (1884) en tot deze soort is het dan ook gerekend. Het is een stuk uit de subdermale zone van een stam. De sklerenchymdelen van de vaatbundels zijn gedeeltelijk verteerd. De verhouding sklerenchymkap - vaatbundelgedeelte is geheel anders dan bij P. porosum, de kap is naar verhouding veel groter en omvat het vaatbundelgedeelte voor een deel. (foto 10). Ook hier vinden wij meestal 2 grote vaten in het houtgedeelte. Het bastgedeelte is duidelijk zichtbaar en bestaat uit dunwandige elementen (op de foto gedeeltelijk zwart door de donkere inhoud der lumina).

P. pachyoxylon van der Burgh en Meulenkamp 1966

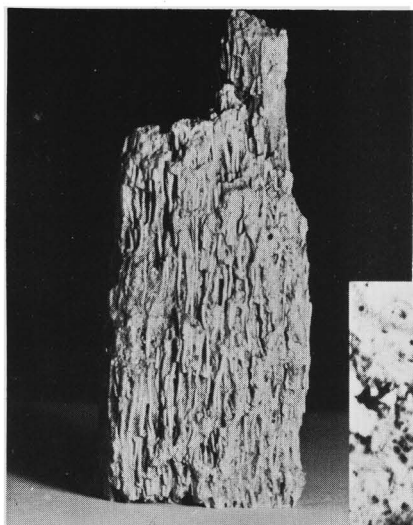
Dit stuk, afkomstig uit Sibculo, bevindt zich in de collectie van het Rijksmuseum van Geologie etc. te Leiden (foto 11,12). Het is een klein stukje met tamelijk recht verlopende bundels. Ook hier ontbreekt de schors. De sklerenchymkappen der vaatbundels zijn meestal geheel of gedeeltelijk verteerd en door kwarts vervangen (foto 13). Het houtgedeelte is opvallend dikwandig (foto 14). Ook het bastgedeelte is soms fraai bewaard gebleven (foto 14). Het parenchymatische grondweefsel bestaat uit langgerekte cellen en grote intercellulairen.

P. eibergense van der Burgh en Meulenkamp 1966

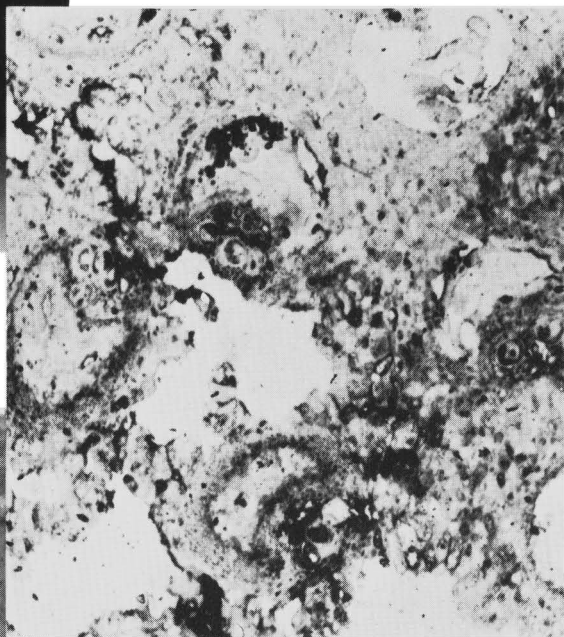
Van deze soort zijn door ons drie stukken aan de hand van slijpplaatjes bestudeerd. Dat dit iets anders dan de drie voorgaande soorten is, ziet men al direct aan het stuk; (men vergelijk de foto's der handstukken). Opvallend is het zig-zag verloop van de vaatbundels (foto 15). De schrijvers hebben nog meer zulke stukken gezien, die evenwel niet voor onderzoek beschikbaar gesteld zijn. Daardoor weten wij minder van deze soort dan wenselijk is. Ook is het mogelijk, dat er meerdere verwante soorten in Nederland gevonden worden, die (nog) niet herkend zijn. Wij hebben hier te doen met een monocotyle zaadplant, die een stam ontwikkelde, gelijkend op die van een palm, omkleed met bladscheden. Deze laatste vertonen het karakteristieke, op foto 15 zichtbare zig-zag verloop van de vaatbundels. Op de foto (foto 16) van de dwarsdoorsnede kan men zien dat het stuk bestaat uit een aantal lagen van deze bundels, ieder vertegenwoordigend een bladschede. Dit stuk bestaat dus geheel uit bladscheden, aan het tweede stuk, het type, hebben wij ook de structuur van de stam zelf kunnen bestuderen.

Op zijn minst een deel van de stukken, bekend als P. bacillare (Jurasky 1930, v.d. Burgh 1964) uit de Rijnlandse bruinkool heeft dezelfde karakteristieke opbouw en behoort tot deze groep van plantenstructuren. Bij deze laatste soort heeft men door cuticulairanalyse kunnen vaststellen, dat het geen palm was, maar een plant uit de verwantschap der Bromeliaceae (Weyland en Killper 1964).

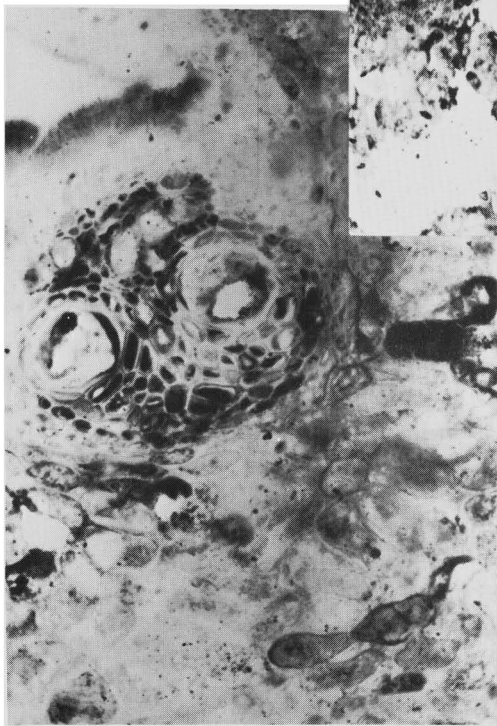
Ook houtanatomisch is er enig verschil tussen Palmoxylon bacillare en stamstructuren afkomstig van Palmen. Staan namelijk de vaatbundels bij Palmen aan de buitenzijde van de centrale cylinder



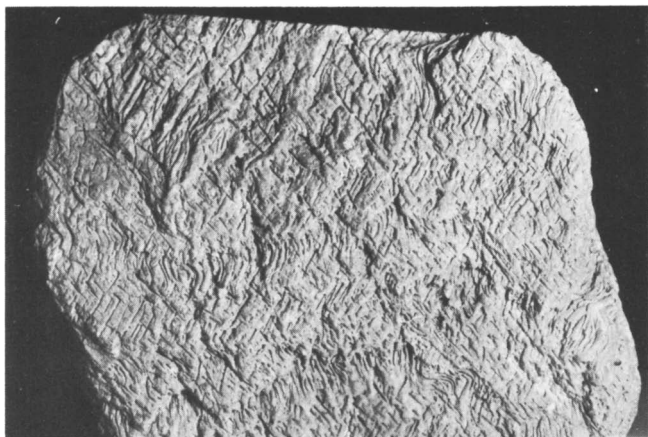
12



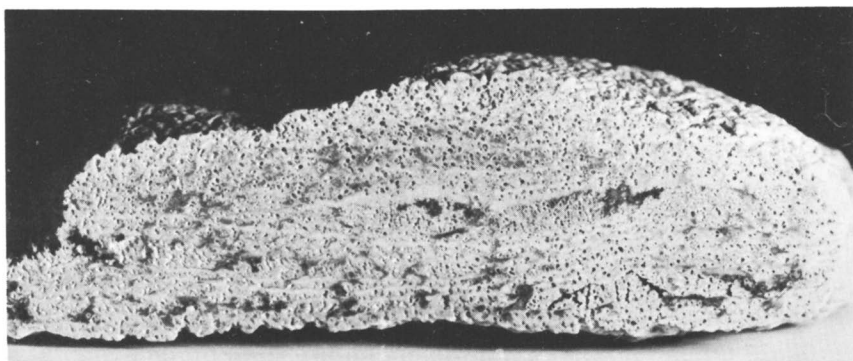
13



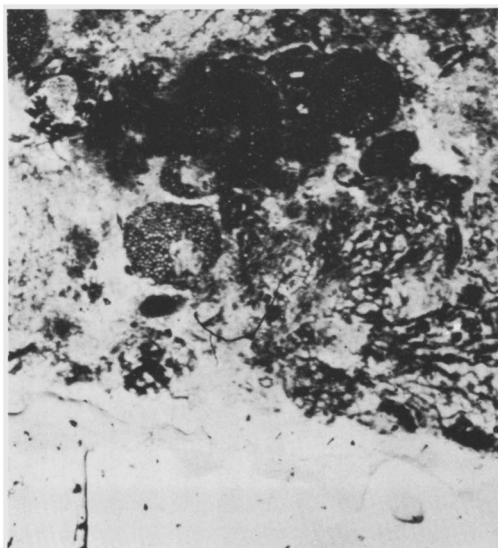
14



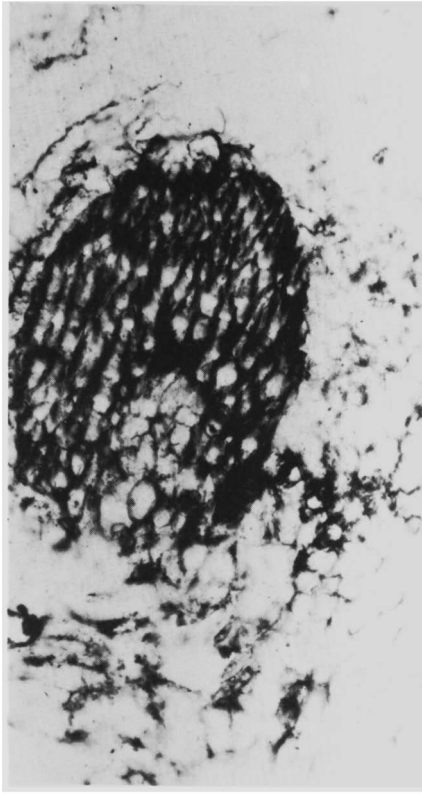
15



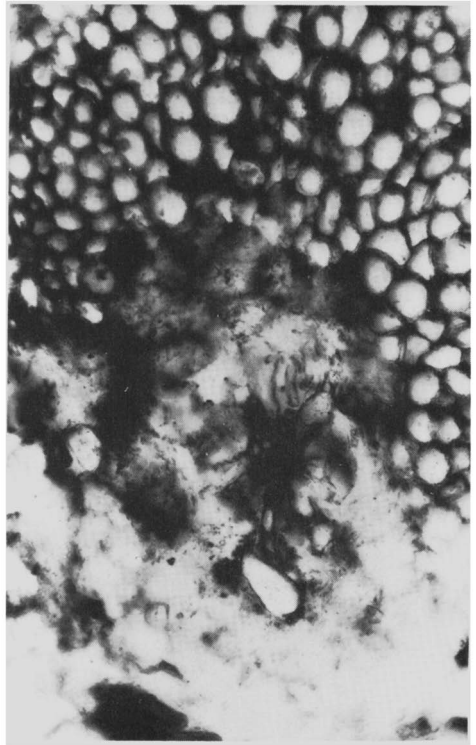
16



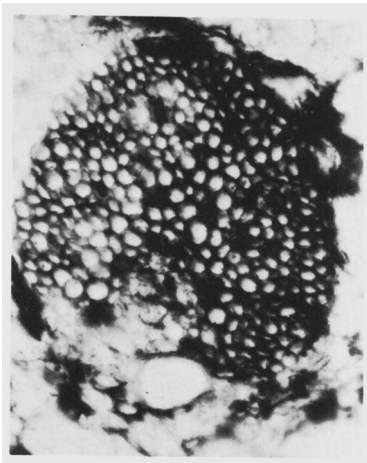
17



18



20



19

dichter opeen dan centraal in de stam, bij deze soort staan ze gelijkmatig over de gehele stam verdeeld. Dit is een kenmerk, dat evenwel pas bruikbaar is bij onderzoek van zeer volledig bewaard gebleven stukken. En die liggen nu juist niet voor het oprapen. Beschrijving van het hout (en bladbases): In het parenchymatische grondweefsel vindt men zowel sklerenchymbundels als vaatbundels en ook nog vele overgangen tussen beiden, gevormd door bundels met een naar verhouding grote sklerenchymkap en een kleine tot zeer kleine vaatbundel (foto 17,18,19). De sklerenchymvezels zijn tamelijk dunwandig en hebben grote lumina. De vaatbundels hebben soms 2 sklerenchymkappen en veelal worden ze dan geheel door sklerenchym omsloten (foto 17,21). De vaatbundels bevatten 1-5 tamelijk nauwe vaten (foto 20,21,27). Opvallend is, dat in alle onderzochte stukken van deze soort het vaatbundelgedeelte min of meer sterk gebleekt en veelal zelfs tot een onherkenbare massa verweerd is. In de stukken vindt men verder vele wortels die gezien de bouw van het hout en de overgangen naar gewone vaatbundels bij deze stammen behoren. De schors dezer wortels is dik, tot 4 cellen toe, en parenchymatisch. De centrale cylinder is bijzonder klein en bevat maar zeer weinig hout en bastelementen. (Foto 23 dwarse en overlangse doorsnee).

Op een lengtedoorsnede zijn de voor vele monocotylen zo karakteristieke stigmata langs de sklerenchymbundels goed waarneembaar (Stigmata zijn afgeronde cellen met een rond lumen, waarin in de levende plant een stervormig kristal) (foto 24). Daar dit hout in het algemeen aan de genusdiagnose van Palmoxydon beantwoordt en we bovendien niet weten tot welke plant het behoort heeft, is het tot dit genus gerekend. Hiermee is het Genus Palmoxydon van orgaangenus (alle soorten behoren tot dezelfde bekende familie) geworden tot een vormgenus (van alle of een deel der soorten weten we de familie niet, dan wel de soorten behoren tot meerdere families). Men zij dus voorzichtig en zegge bij een stuk hout met palmachtige structuur niet direct "palm" maar Palmoxydon (d.w.z. hout met een op Palmhout gelijkende structuur).

RHIZOPALMOXYLON Gothan 1942

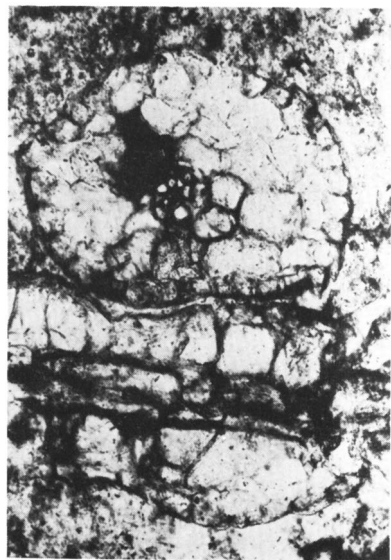
Rhizopalmoxydon pilosum van der Burgh en Meulenkamp 1966

Een aantal stukken (5) zag er geheel anders uit. 4 Daarvan waren zo gebleekt, dat er aan de hand van de slijpplaatjes niet veel verstandigs te zeggen viel. Bovendien waren deze eerste slijpplaatjes volgens de oude methode met canadabalsem gemaakt, wat de kwaliteit nu ook niet ten goede kwam. Bij het doorzien der stukken viel op dat één stuk, dat van de heer de Graaf (foto 25) een goed bewaarde kern had. Nieuwe slijpplaatjes hiervan gemaakt lieten veel meer details zien. Dit stuk is tot type van de soort gekozen.

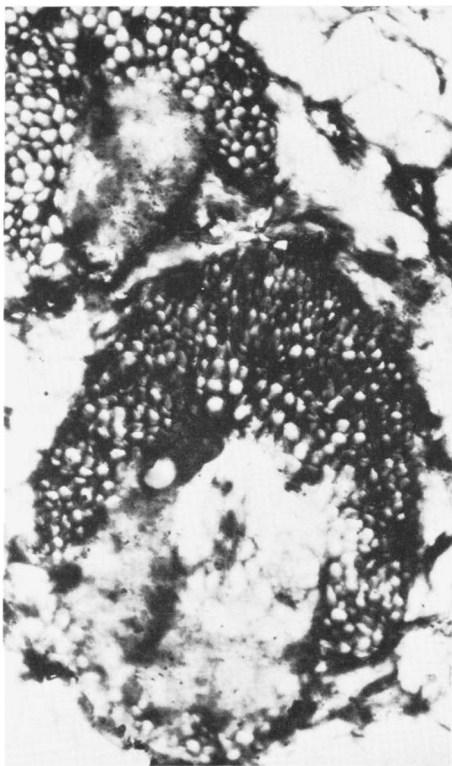
Houtbeschrijving: Dit "hout" bestaat uit talloze wortels, die gedeeltelijk ingebed liggen in de schorsresten van een palm, gedeeltelijk onderling verbonden zijn door vervlochten wortelharen. De structuur der wortels is die van een typische palmenwortel. (foto 26,27, fig. 3). In het centrum van een worteltje bevindt zich een sklerenchymatisch merg, daaromheen een ring van hout met wijde vaten, gevolgd door een ring van bastweefsel met nauwere zeefvaten en dan een rij parenchymcellen (dus slechts één cellaag dik) de centrale cylinder wordt naar buiten toe afgesloten door een laag U-vormig verdikte cellen; de endodermis. De schors bevat drie lagen: een binnenste sklerenchymatische, een middelste parenchymatische en een buitenste collenchymatische schorslaag (Collenchym= celwanden slechts aan de hoeken verdikt). De buitenste cellaag, de epidermis draagt vele haarvormige papillen (foto



21



23



22

28,29). De wortels zijn tegen elkaar afgeplat en speciaal de schors is soms gevouwen tot verfrommeld. Zeer vaak is de centrale cylinder verdwenen. Dan heeft in de sklerenchymatische schorslaag de verkiezing niet of althans onvoldoende plaats kunnen vinden en ontstond er een buisvormige holte rond de centrale cylinder die zelf weer wel verkiezeld is. Bij het zagen en slijpen valt deze laatste er dan als een staafje uit. (Foto 30). Aan de oppervlakte van de steen veroorzaakt dit de karakteristieke groeven (foto 31). Ook in de nog aanwezige volledige wortels zijn gedeelten van de sklerenchymatische schors verdwenen (foto 26).

Het hout is gerekend tot het genus Rhizopalmoxylon, door Gothan in 1942 hiervoor opgesteld. In de lengte coupe zijn fraai de stippelkanalen (verbindingen van de inhoud der diverse cellen door de wanden heen) te zien. (Foto 32). Ter vergelijking is bijgevoegd een foto van de schors van een wortel van de Palm Hyospathe elegans Martius (foto 33).

TEMPSKYA Cordan 1815.

Tempskya?schimperii Corda 1845

In de collectie van de heer Koenderink, ons toegezonden voor onderzoek bevond zich een stukje "oëlitisch hout" (foto 34). Een tweetal slijpplaatjes hiervan gemaakt onthulden de mikroskopische structuur van een Tempskya. Tempskya is een combinatie van stengels en wortels van een varen, tezamen een schijnstam vormend. Deze stond rechtop. In dit geval zijn de varenstengels niet alleen naar één zijde georiënteerd, of lag horizontaal, in dat geval vertonen de stengels wel een oriëntatie naar één zijde. Het stuk van de heer Koenderink is te klein om over deze oriëntatie iets met zekerheid te kunnen zeggen en dat is jammer, omdat dit nu juist een belangrijk determinatiekenmerk is. Toch kunnen wij na zorgvuldig vergelijken met de diverse beschrijvingen in de literatuur wel dit zeggen: Het meest gelijkt het stuk op T.schimperii, een soort, bekend uit het Wealden van Duitsland (Michael 1936) en N.Frankrijk (Carpentier 1927).

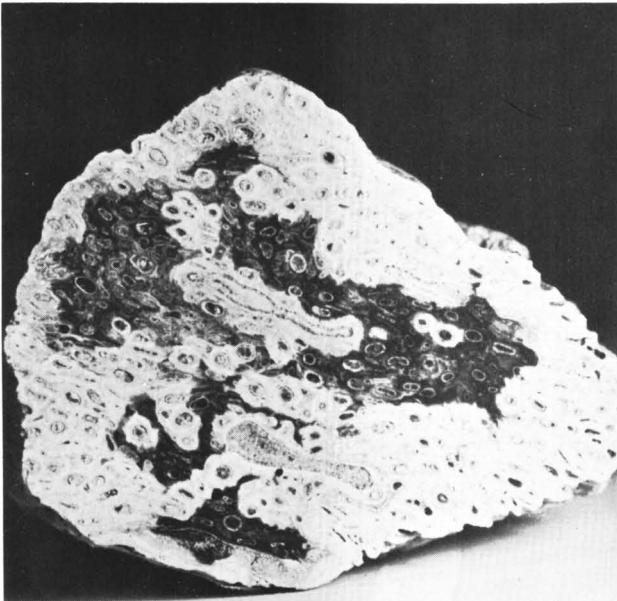
Beschrijving: De stengels hebben een in principe buisvormig gesloten houtlichaam (foto 35 onder). Hierbinnen ligt een ten dele sklerenchymatisch merg. Bij afsplitsing van bladstelen ontstaat een gat in de buis, op dwarse doorsnee is het houtlichaam dan U-vormig. De houtlichamen van de bladstelen zijn halve-maan-vormig. Buiten om het houtlichaam heen bevindt zich een strook niet meer herkenbaar weefsel en dan volgt de sklerenchymatische schors, die naar buiten overgaat in een parenchymatische eveneens niet meer herkenbare schors. De bouw der wortels gelijkt hier zeer veel op. (foto 36,37). Centraal ligt het houtlichaam met twee protoxyleem-groepen (nauwe elementen) aan weerszijden. Erom heen ligt het bastweefsel (foto 38) gevolgd door de endodermis en de schors. Deze is gedifferentieerd in een binnenste sklerenchymatische en een buitenste parenchymatische schors, welke laatste ook hier niet meer waarneembaar is. Ook hier is de sklerenchymatische schors van zowel stengel als wortel in vele gevallen niet geheel verkiezeld, maar zijn de middelste cellagen verdwenen. (foto 36,37). Vergelijken wij dit stuk met de literatuur, dan bestaat er grote overeenkomst met T.schimperii Corda 1845. Het stuk is evenwel te klein om helemaal zeker hiervan te kunnen zijn en daarom is ons stuk hier als T.schimperii beschreven. Tempskya is al eerder uit de Oost Nederlandse gronden gerapporteerd (Anderson 1957) en zal te gelegener tijd onderwerp van een speciale studie zijn.

Discussie.

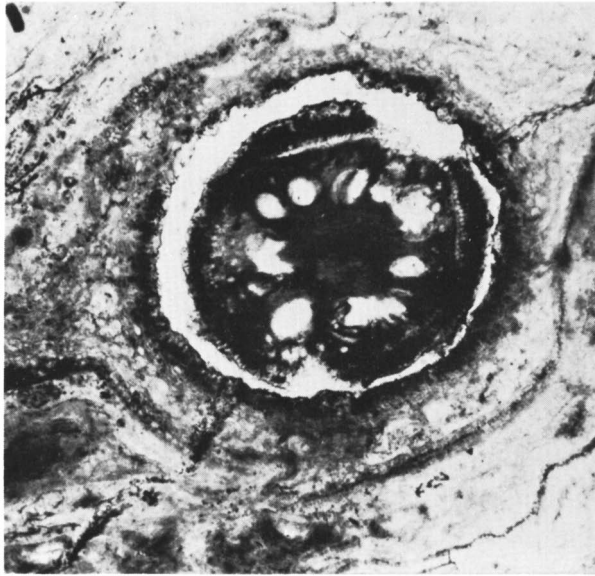
De 6 hier beschreven soorten van plantenresten zijn allen afkomstig uit diluviale afzettingen in het oosten des lands. Om-trent de herkomst valt weinig te zeggen. Enkele stukken komen voor



24

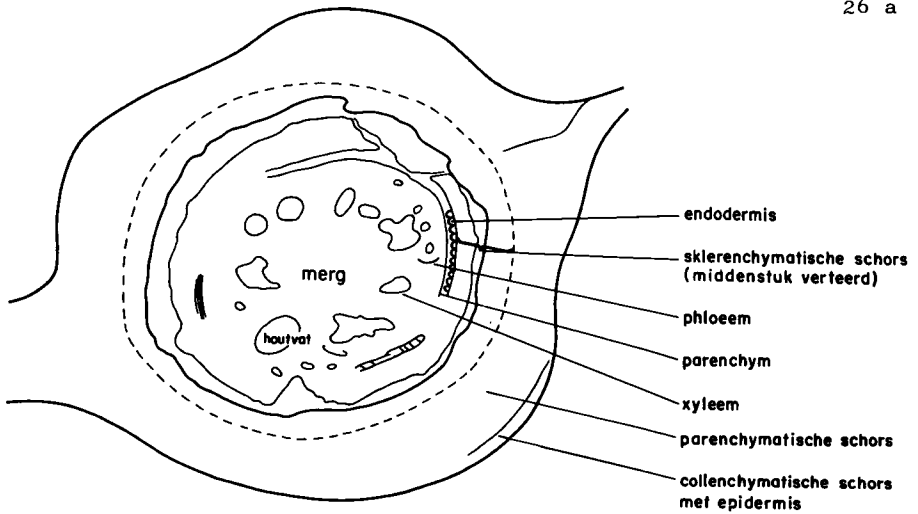


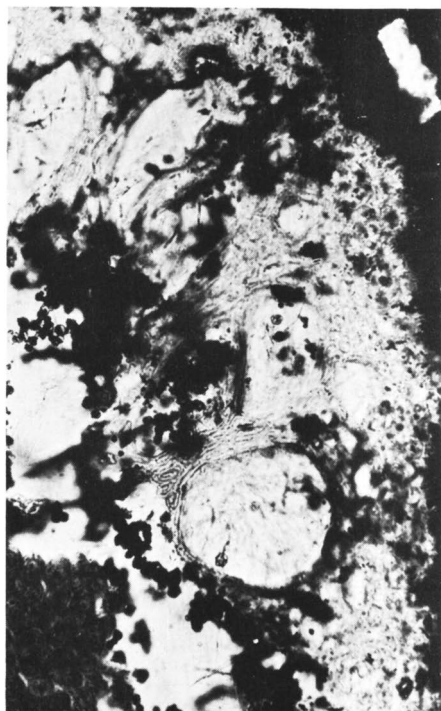
25



26

26 a





27

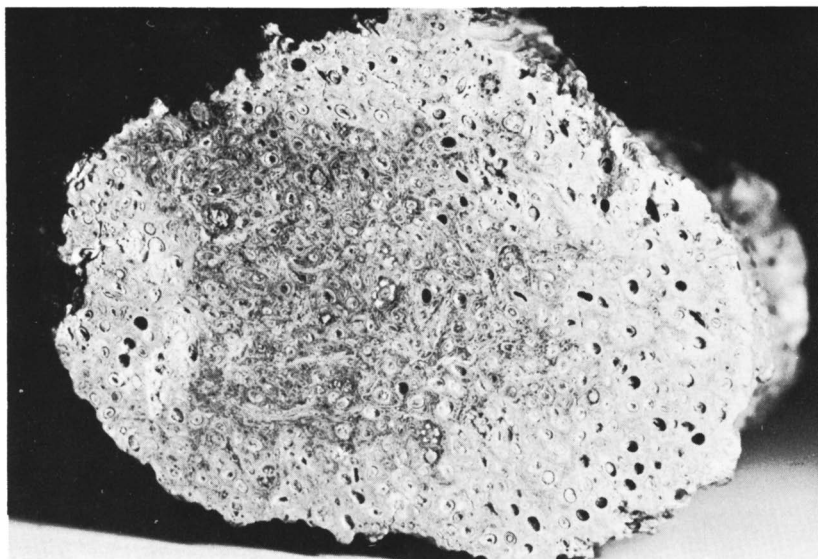


28

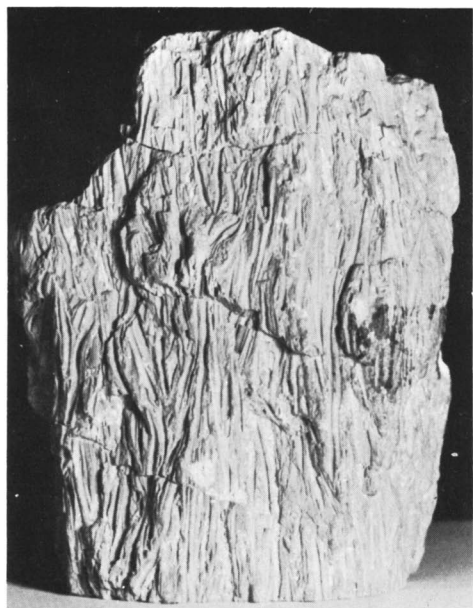


29

251



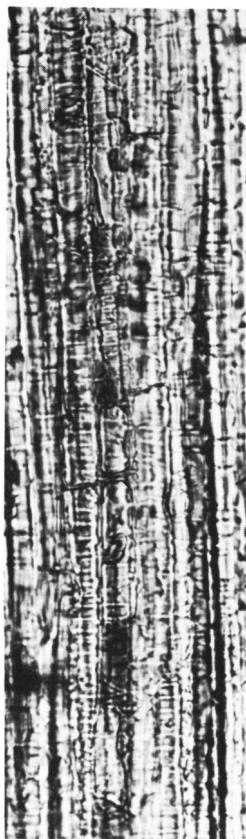
30



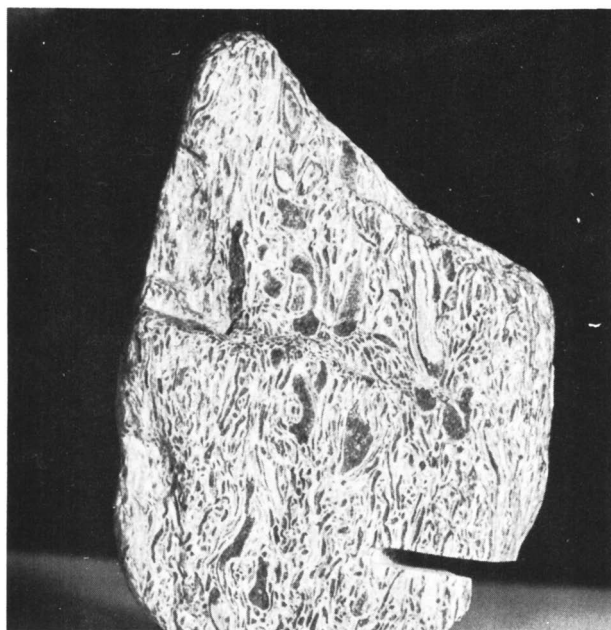
31



32



33



34



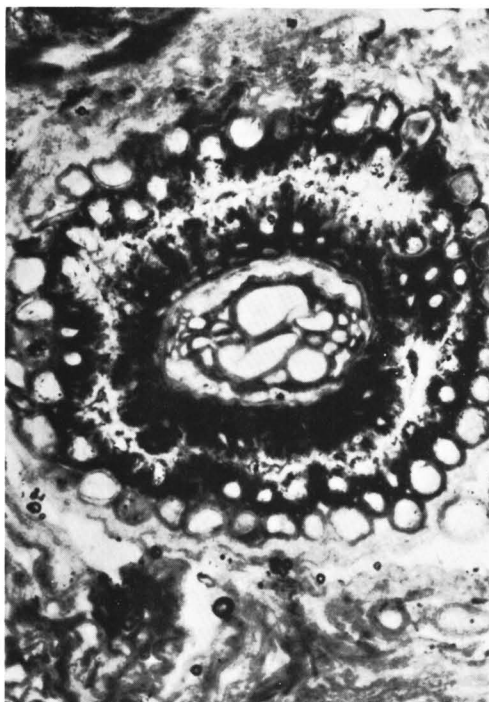
35

in de z.g. oostelijke zanden, en zullen wel een oostelijke herkomst hebben. Voor P.variable en T.schimper is dit bovendien zeer aannemelijk, omdat ze in midden Duitsland bekend zijn. Van deze soorten is ook iets omtrent de ouderdom bekend: Palmoxyton variable; Tertiair en Tempskya schimper; Onder Krijt. Van de 4 andere beschreven structuren is geen vondst van materiaal buiten onze grenzen bekend. Over de herkomst van Palmoxyton porosum, P. pachoxyton, P.eibergense en Rhizopalmoxyton pilosum weten wij dan ook helemaal niets. Omtrent de ouderdom kunnen we slechts zeggen: Palmen zijn bekend vanaf het onderste Boven Krijt tot nu toe en Palmoxyton eibergense behoort tot een groep van structuren die bekend zijn vanaf het Boven Krijt (van der Burgh in voorbereiding) en kwamen in deze streken voor tot eind Mioceen (Weyland und Killper 1964).

Eigenaar van het stuk met eventueel eigen nummer	preparaatnummer	foto nummer
Jansen	---	1
Kolstee 51.12	369	2,3,7,8.
Kolstee	390	4
Rhebergen	---	9
	408	10
Rhebergen F.P. E.2	380	5
Rijksmuseum Leiden 62321	---	11,12
	411	13,14
Nat.Hist.Museum Enschede	---	30,31
3-231	378	6
Koenderink 2327	---	15,16
882	---	34
	416	35,36,37.
Stam	399	19,20
	401	21
	443	23
	444	18
	448	22
	449	17
	451	24
De Graaf	---	25
	395	26
	440	27
	454	28,29
	455	32

LITERATUUR

- Anderson, W.F. 1957, Grondboor en Hamer 6:143
 Burgh, J. van der 1964, Acta Botanica Neerlandica 13:250
 Burgh, J. van der und Meulenkaamp, J.E. 1966, Acta Bot. Neerl. 15:276
 Carpentier, A. 1927, Mém. Soc. Géol. du Nord 10:48
 Corda 1845, Flora Protogaea :81
 Gothan, W. 1942, Zeitschr.f.Geschiefeforschung und Flachlandgeol. 18
 Jurasky, K.A. 1930, Braunkohle 29 Heft 51:117
 Michael 1936, Abh.Preuss.Geol.L.A. N.F. 166:36
 Roding, G.M. 1956, Grondboor en Hamer No 3.
 Stenzel, K.G. 1904, Beitr.Geol.Osterr.Ung. 16:107
 Vater, H. 1884, Zeitschr.Deutsch.Geol.Ges. 3:783
 Weyland, H. und Killper, K. 1964, Palaeontografica 115 Abt.B.:1



36



37