

DE OUDERDOM VAN DE GRINDAFZETTING IN DE GROEVE SLEBOS (Oldenzaal O. Twente)

aan de hand van de aldaar gevonden houtsoorten

door J. van der Burgh

INLEIDING.

Enige tijd geleden sprak mij de heer W.F. Anderson te Oldenzaal over het grind in de groeve Slebos. Het hoge kwarts- en lydietgehalte doet dit grind sterk afwijken van de overige Overijsselse grinden. Het is een merkwaardige zwart-grauw-wit combinatie, welke door het hoge kwartsgehalte aan pliocene grinden denken doet.

Op grond hiervan achtte de heer Anderson het zeer gewenst dat hier een ouderdomsbepaling van gedaan werd. Tot nu toe was dit niet mogelijk geweest.

Toen ik hoorde dat er hout in het grind gevonden werd, opperde ik de mogelijkheid, dat er wellicht uit de combinatie van de eventuele houtsoorten iets over de ouderdom van deze afzetting af te leiden viel. Enige tijd daarna ontving ik van de heer Anderson een aantal monsters hout uit de groeve Slebos ten zuiden van Oldenzaal; waarover verder in dit artikel gehandeld zal worden.

Bij deze wil ik mijn dank uitspreken aan de heer Anderson voor de toezending van de houtmonsters. Ook ben ik zeer verplicht aan Prof. Dr F.P. Jonker en Mej. Dr A.M.W. Mennega voor de vele praktische wenken, gegeven bij de analyse van het hout en de beoordeling van de resultaten. Het materiaal werd bewerkt op het Instituut voor Systematische Plantkunde der R.U. te Utrecht (Directeur Prof. Dr I. Lanjouw), Lange Nieuwstraat 106.



Ligging van de witte zandlaag onder de keileem - Groeve Slebos - Oldenzaal
Foto: Anderson

MATERIAAL EN METHODEN.

Het materiaal bestond uit 39 stukjes en stukken hout.

Dit hout werd in plastic zakken bewaard om uitdrogen te voorkomen. De coupes werden met de hand gesneden en indien nodig met bleekwater (NaClO aq) gebleekt. Deze gebleekte coupes werden dan naderhand met saffranine of met methylgroen gekleurd. De rest werd verder zonder enige behandeling onderzocht.

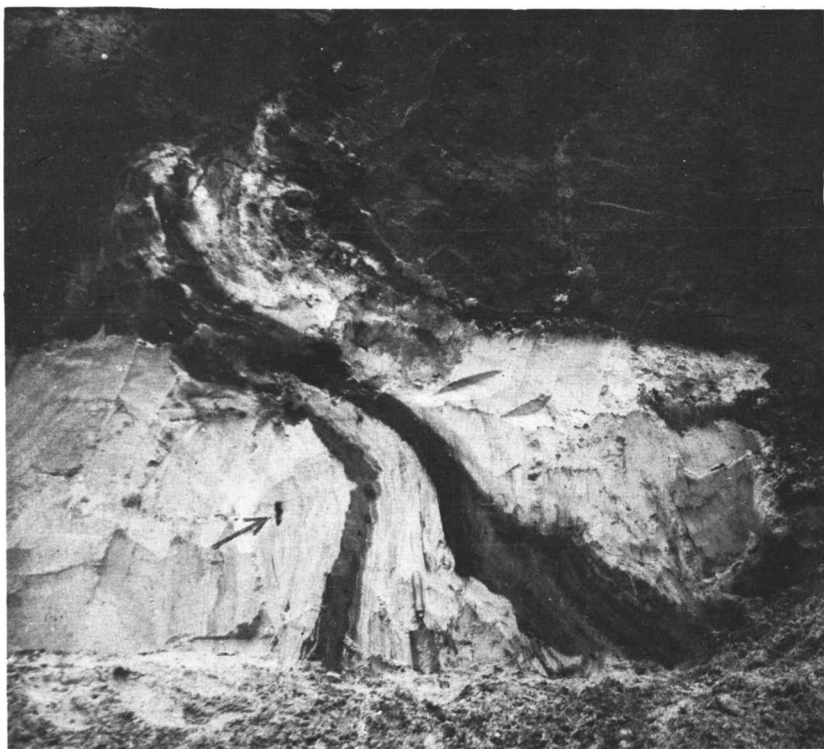
Van elk stuk werden zo mogelijk een dwarse coupe en altijd een radiale en een tangentiale coupe onderzocht *).

De groeve, waarvan het hout afkomstig is, is gelegen aan de weg van Oldenzaal naar Losser. De coördinaten volgens het stelsel der Rijks-driehoeksmeting zijn:

$$x = + 105.88^{\circ}$$

$$y = + 16.100$$

Het profiel van de groeve is gemiddeld als volgt: helder wit zand, afgedekt door een keileemlaag ter dikte van 6,70 m, bestaande bovenop uit 3 m bruine keileem gevolgd door 3,70 m grijze keileem.



Groeve Slebos - Bij de pijl een stuk hout. De donkere schuine "banken" zijn infiltratie strepen

*) : deze drie snijrichtingen zullen in het vervolg aangegeven worden met resp. dw., rd. en tg.

dwars: loodrecht op de lengterichting van de stam.

radiaal: volgens een vlak in de lengterichting van het hout, vanaf het merg naar de bast.

tg: een oppervlaksnede loodrecht op het radiale vlak in de lengterichting van het hout.

RESULTATEN.

Bij de behandeling bleek, dat men het hout naar de conservatietoestand in twee groepen kan verdelen:

Conservatietoestand I Het hout is vrij week, meest grotere stukken, tot 30 cm en meer lang, licht tot donkerbruin, niet tot vrij sterk samenge-drukt, niet tot vrij sterk verweerd in die zin, dat de fijnere structuren al dan niet verloren gingen. Indien samengeperst zijnde, herstelde de vorm zich bij bleken spontaan. De stukken waren weinig of in het geheel niet afgerond.

Conservatietoestand II Het hout was hard, meest kleine stukken, donker-zwartbruin, geheel opgevuld met een donkerbruin neerslag, dat door bleken verwijderd kon worden, niet tot zeer sterk samengeperst, niet tot zeer sterk verweerd. Indien samengeperst zijnde, trad bij bleken geen spontaan structuurherstel op. De stukken waren alle zeer sterk afgerond.

In het geheel werden 39 monsters onderzocht.

Hiervan bleken er 12 te behoren tot een type hout, dat in alle details overeenkomt met dat van *Picea abies*, mogelijk ook met dat van *Larix*. Het meest waarschijnlijk is dit hout echter, gezien de xylotomische overeenstemming afkomstig van *Picea abies*, de Fijnspar. (fig. 1 - 5).

De aanwezigheid van harsgangen en de afwezigheid van houtparenchym wijzen er op, dat hier sprake is van Pinaceehout. Door de aanwezigheid van horizontale en verticale harsgangen met 7-10 dikwandige epitheelcellen en piceoïde kruisveldstippeling wordt het hout verder als van het genus *Picea* afkomstig gekenmerkt. De regelmatige plaatsing van de halve hofstippels benevens de regelmatige bouw van de harsganghoudende en de gemiddelde hoogte van de gewone mergstralen wijzen ten slotte op de soort *Picea abies*. Het hout komt geheel overeen met de beschrijving van deze houtsoort bij Jacquot. De beschrijving bij Greguss wijkt in enkele opzichten hiervan af zoals de doorsnede van de verticale harsgangen en de maten van het voorjaarshout. Doch de overeenstemming was zo groot in de overige details, dat het hout toch tot deze soort gerekend is.

Beschrijving van het hout:

Dwarse doorsnee: De harsgangen liggen het meest in het overgangshout en het najaarshout. D= 100 - 150 micron *) (Jacquot D= 100 - 150 micron, Greguss: D= 30 - 40 micron). De epitheelcelwanden zijn dik, 7 - 10 in getal. De overgang van voorjaarshout naar najaarshout is geleidelijk. De laatste najaarstracheiden zijn redelijk sterk afgeplat. De jaarringgrens is licht golvend.

Maten tracheiden voorjaarshout:

rd 55 - 70 micron (Greguss 16 - 20 micron)

tg 28 - 30 micron " 15 - 18 micron

najaarshout:

rd 8 - 12 micron " 8 - 12 micron

tg 18 - 20 micron " 14 - 16 micron

Tangentiale snede: de mergstralen: 1 - 12 cellen hoog, soms tot 31 cellen hoog, enkelvoudig, met harsgangen 18 - 30 cellen hoog. De harsgang ligt in het midden van de mergstraal, D= 30 - 40 micron. De tg wanden der mergstraalparenchymcellen hebben een groot aantal stippels.

*) D = doorsnee

Radiale snede: (fig. 4) Mergstraaltracheiden: er zijn hoogstens twee rijen boven elkaar. De wand is golvend (fig. 4), glad met zo nu en dan een klein stekeltje. D hofstippels = 8 micron.

Mergstraalparenchym: dit bestaat uit in de lengte gestrekte cellen, gelijkmatig van breedte. De tg wand is 1,5 micron dik, met stippels, zodat deze een hoekig knobbelig aanzien heeft. Hor wand 1 micron dik, stippels hierin 1 micron groot. Radiale wand 1 micron dik. De halve hofstippels hierin zijn tot 4 micron groot, regelmatig verdeeld, 4 - 8 per kruisende tracheide.

Hofstippels: zitten in 1, soms in 2 rijen op de rd wanden der tracheiden. Lijstjes van Sanio niet altijd aanwezig, de grootte hangt af van de rd breedte der tracheiden, D voorjaarshout = 18 - 22 micron. D najaarshout = 10 - 12 micron.

Alle stukken verkeerden in conservatietoestand I.

Acht stukken vertoonden het beeld van *Pinus sylvestris*, de grove den, weshalve ze tot deze soort gerekend werden. Ook was een onvolgroeide kegel van *Pinus* aanwezig, welke niet nader degetermineerd werd. Ook deze stukken verkeerden in conservatietoestand I; de kegel eveneens.

De heterogene mergstralen en de horizontale en verticale harsgangen wijzen ook hier op *Pinaceeën*hout. De dunne harsgeangepitheelcelwanden en de grote eiporen zijn de genuskenmerken van *Pinus*. Op grond van de tanding van de mergstraaltracheiden is het gerekend tot de sectie *diploxylon*, en wel tot de groep *sylvestris montana*.

Hieruit bleek de beschrijving van het hout van *Pinus sylvestris* geheel overeen te stemmen met de kenmerken van het gevonden hout, weshalve dit tot deze soort gerekend is. (fig. 6 - 9).

Twee stukken vertoonden het beeld van *Alnus glutinosa*, de zwarte Els. Ook deze stukken bevonden zich in conservatietoestand I en waren vrij sterk samengedrukt. Bij het bleken herstelde zich de oorspronkelijke vorm: de tangentielle coupe werd dan drie maal zo breed zonder dat dit scheuren of andere onregelmatigheden in het microscopische beeld ten gevolge had. (fig. 10 - 15).

Laddervormig doorboorde tussenschotten met 18-22 sporten welke tussen de vaatleden zitten gecombineerd met de aanwezigheid van mergstraalaggregaten en de afwezigheid van spiraalverdikkingen zijn een kenmerk voor de drie soorten *Alnus glutinosa*, *A. subcordata* en *A. incana*.

Alnus incana onderscheidt zich van de andere twee door in de mergstraalaggregaten meerrijige mergstralen te hebben.

Daar deze bij het gevonden hout niet voorkomen, is het dus uitgesloten dat dit tot deze soort behoort. Blijven over *A. subcordata* en *A. glutinosa*. *A. subcordata* is gekenmerkt door tweerijigheid in de mergstraalaggregaten en door het hier en daar tegen elkaar afgeplat zijn van de vaatstippels. Ook varieert het aantal sporten per ladder hier aanzienlijk; n.l. van 10 - 20. Al deze kenmerken zijn niet gevonden, zodat het hout tot *Alnus glutinosa* gerekend wordt.

Voorts werden 7 stukken coniferenhout gevonden, zonder mergstraaltracheiden en met vrij veel houtparenchym *). Op de wanden tussen mergstraalparenchym en tracheiden kwamen zowel cupressoïde als taxodioïde stippeling voor, met overheersing van het aantal taxodioïde stippels. Dit hout werd herkend als behorend tot het geslacht *Sequoia*. Dit door haar grote gelijkenis met het hout van *Sequoia sempervirens* (Redwood) enerzijds (Bailey 1934) en met dat van de orgaanspecies *Taxodioxylon sequoianum* anderzijds (Kraussel 1918), een hout dat gerekend wordt te behoren tot de fossiele soort *Sequoia langsdorffii*, de Europese Tertiaire pendant van de Amerikaanse recente *Sequoia sempervirens*. (fig. 16 - 23).

*) met levende inhoud gevulde cellen

De afwezigheid van harsgangen, de aanwezigheid van vrij veel houtparenchym en de overheersend taxodioid stippeling maakten het hout kenbaar als een Taxodiaceehout. Het soms voorkomen van cupressoïde stippeling, de gladde horizontale wanden van de mergstraalparenchymcellen benevens ligging en aantal van de halve hofstippels met nog de soms knobbelige horizontale wand van het houtparenchym zijn kenmerken die alle tegelijk bij Sequoia voorkomen. Door deze grote overeenkomst is het hout dan ook tot Sequoia gerekend, temeer daar het geheel overeenkomt met Taxodioxylon sequoianum, een Sequoia-hout dat in 1917 door Krausel beschreven is.

Wel was de grootte van de stippels (20 - 24 micron) groter dan voor Sequoia bij Greguss opgegeven is, maar de enige soort, die ook zulke grote stippels had, Metasequoia glyptostroboides heeft nog vaker tweerijige mergstralen (hier geheel afwezig) en gladde horizontale wanden in het houtparenchym.

Ook komen hier in het geheel geen verdiepte aanzetten van de tg wanden van het mergstraalparenchym voor, wat in het gevonden hout wel degelijk te zien was. Het hout onderscheidt zich van dat van Cryptomeria doordat op de tg wanden in het najaarshout bij dit laatste genus geen hofstippels voorkomen. Bij het hier onderzochte hout kwamen deze wel voor.

Alle stukken verkeerden in conservatietoestand II.

De verschillenmerken met het hout van Taxodium zijn:

- 1e. De dwarswanden van het houtparenchym zijn in de regel minstens even vaak niet als wel gestippeld.
- 2e. De mergstralen hebben een maximale hoogte van 24 cellen. Bij Taxodium is dit maximale aantal 60.
- 3e. De mergstraalcellen zijn rond, dwars-eivormig afgeplat of hoekig op tg snede, minder vaak zijn ze ovaal-gestrekt. Bij Taxodium zijn ze rond tot ovaal-gestrekt, nooit afgeplat.
- 4e. De tg wanden van het mergstraalparenchym zijn vaak met trechtervormige uitbochtungen aan de horizontale wanden aangehecht. Volgens Greguss (1955) komt dit inderdaad bij Sequoia voor en ontbreken deze bij Taxodium of zijn ze, zo al aanwezig, zeer onduidelijk. Volgens Krausel (1942) is dit net andersom: dus wel bij Taxodium en niet bij Sequoia.

Verder zegt Krausel in zijn tekst dat bij Sequoia de halve hofstippels "im Frühholz typisch taxodioid" zijn, maar in zijn aan het Taxodiaceae-Cupressaceae hoofdstuk toegevoegde sleutel laat hij de hier aangehaalde woorden weg, waardoor de sleutel niet meer geheel aan de werkelijkheid beantwoordt.

Houtbeschrijving van Sequoia sp. (fig. 16 - 23).

Dwarse snede: de jaarringen zijn niet alle even breed, ze zijn scherp tegen elkaar afgegrensd.

maten van het hout:

voorjaarshout	rd. 60 - 70 micron	(Greguss 60 - 70 (80) micron)
	tg. 40 - 45 micron	" 40 - 45 micron)
najaarshout	rd. 4 - 8 micron	" 12 - 14 micron)
wanddikte		
voorjaarshout	1,5 - 2 micron	(" 1 - 1,5 micron)
wanddikte		
najaarshout	7 - 8 micron	(" 7 - 8 micron)

Tangentiale snede: (fig. 22 en 23)

Mergstralen: deze zijn meest 14 - 20, soms van 1 - 25 cellen hoog, eenrijig, de tg wand is soms gestippeld. De horizontale wanden zijn dik, soms zijn deze gestippeld.

Tracheiden: de tg wand in het najaarshout is gestippeld. D hofstippels 14 - 16 micron.

Houtparenchym: de lengtewand is glad en weinig gestippeld.

Radiale snede: Tracheiden: hofstippels in een of twee rijen.

D = 22 - 24 micron.

Lijstjes van Sanio zijn altijd aanwezig.

Mergstralen: de mergstraalcellen zijn 22 - 24 micron hoog, de buitenste zijn hoger. De tussenwanden zijn 4 micron dik. De aanhechting van de tg wand is soms verdiept. In de kruisvelden 1 - 3 stippels, 6 - 12 micron groot, de monding is een schuine, bijna horizontale ellips.

Het houtparenchym heeft op de rd wand ronde stippels, verspreid voorkomend, grootte 5 - 6 micron.

Tenslotte waren er nog 10 stukken, welke zo sterk verweerd waren, dat hiervan geen redelijke coupes te verkrijgen waren. Alle verkeerden in conservatietoestand II.

Overzicht van de gevonden stukken hout:

Soort	totaal aantal	conservatietoestand	
		I	II
<i>Picea abies</i> vel <i>Larix</i>	12	12	-
<i>Sequoia</i> sp.	7	-	7
<i>Pinus sylvestris</i>	8	8	-
<i>Alnus glutinosa</i>	2	2	-
Onherkenbaar	10	-	10
	39	22	17

DISCUSSIE.

Van deze vier houtsoorten komen er drie *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa* nog van nature in N.W. Europa voor. Hier van neemt *Picea abies* enigszins een uitzonderingspositie in, in die zin, dat deze soort in de N. Duitse Laagvlakte en ook in Nederland in het Holocene niet autochtoon is, wel echter in het pleistoceen. Van de vierde soort, *Sequoia*, valt op te merken, dat dit genus in het begin van het pleistoceen uit N.W. Europa en Midden-Europa verdwenen is, mogelijk toen al uit geheel Europa.

De stukken van deze soort verkeerden alle in conservatietoestand II. Bezinnen wij ons eerst op het verschil tussen deze twee conservatietoestanden. Uit de grootte en de hoekige vorm van de stukken van conservatietoestand I blijkt, dat zij bij het transport niet zeer veel te lijden hebben gehad. Zij zullen over een vooralsnog onbekende afstand drijvend door het water vervoerd zijn, zoals dat bij hout van deze soorten gemeenlijk het geval is. Met het over de bodem van de waterstroom meegesleurd zand en grind is het dan weinig in aanraking geweest, wat in overeenstemming is met de genoemde hoekige vorm van deze houtmonsters.

Opvallend in dit verband is ook, dat deze hoekige niet afgeronde stukken in de fijnzandige afzettingen zijn gevonden, waar ze soms in laagjes van organisch gruis, soms ook volkomen willekeurig, los in het zand liggend werden aangetroffen. In het zand werden geen stukken van Conservatietoestand II gevonden.

De stukken van conservatietoestand II, *Sequoia* + ondet-monsters), zijn alle zeer sterk afgeslepen en afgerond. Dit nu zal veroorzaakt zijn door een sterke aanraking met en schuring aan het materiaal waarmee het is afgezet, te weten zand en grind. De consistentie van deze houtstukken is ook een geheel andere; zij is te vergelijken met die van lignieten uit bruinkool.

Waarschijnlijk is het volgende gebeurd: een waterstroom heeft een bruinkoollaag aangesneden en van de daarin aanwezige lignieten stukken meegenomen. Deze lignieten, geheel doorwaterd in de bruinkool, bleven niet drijven, maar werden over de bodem meegesleurd tesamen met zand en grind.

Een bewijs hiervoor zijn:

a. de sterke opvulling met humuszure neerslag van het hout.

b. de gemiddeld kleine afmetingen. Immers lignieten zijn brozer dan vers hout en dus minder tegen transport bestand.

c. de sterke afronding der stukken.

Dit hout heeft dus in Twente een secundaire ligplaats. De grindafzetting is dus jonger dan dit hout. De ouderdom van dit hout is moeilijk te bepalen. Gedurende het Tertiair, tot in het boven Pliocene komt deze houtsoort in N.W. Europa voor (Reid 1915, Krausel 1917, 1918, Zablocki 1928, Rössler 1937, 1941, Mädler 1939). Florschütz en van Someren 1950, Zagwijn 1960. Maar daarna is zij niet meer gevonden of misschien slechts in het onderste Pleistocene van Midden Europa. Het hout is dus van Tertiaire ouderdom.

De soorten *Picea abies*, *Pinus sylvestris* en *Alnus glutinosa* zijn alle drie soorten, die ook in het Pleistocene in de interglacialen in N.W. Europa voorkwamen. In sommige interglacialen tesamen met nog veel sterker warmtelievende soorten. Gezien het feit, dat wat conservatietoestand I betreft alleen deze drie soorten zijn gevonden en verder niet, is het niet waarschijnlijk, dat andere boomsoorten in grote getale aanwezig geweest zijn; temeer daar *Picea* en *Pinus* in de hier gegeven soortenlijst de boventoon voeren. Hieruit volgt, dat het klimaat even koel als nu of waarschijnlijk zelfs koeler geweest is, waar weer uit volgt dat de grinden, tegelijk met dit hout afgezet zijnde, niet ouder zullen zijn dan Pleistocene. De variabiliteit van de houtelementen binnen één soort en zelfs binnen één exemplaar (Bailey 1934) bemoeilijkt het determineren. Immers kunnen hierdoor vooral bij verwante soorten of genera de variabiliteitsgrenzen elkaar overlappen, waardoor met even veel recht een houtmonster tot zowel de een als de ander gerekend kan worden. Speciaal met het hout van *Sequoia* was dit het geval, daar de grenzen tussen *Sequoia* en *Taxodium* hierdoor niet duidelijk waren. Doch door zijn overeenstemming met het type van *Sequoia* is het hiertoe gerekend. Hetzelfde gold mutatis mutandis voor de genera *Picea* en *Larix*.

SAMENVATTING EN CONCLUSIE.

1. Het hout is naar gelang van de conservering in twee groepen te onderscheiden:
 - 1a. Een groep met gelijke ouderdom als de grindafzetting waarin het gevonden is.
 - 1b. Een groep met hogere ouderdom.
2. Van de onder 1a genoemde groep komen alle soorten ook recent in N.W. Europa van nature voor.
3. De onder 1b genoemde groep bevindt zich op een secundaire ligplaats.
4. Onder het in 1b genoemde hout bevindt zich een vertegenwoordiger van een heden ten dage nog slechts in N.Amerika voorkomend geslacht.
5. Een hogere dan Pleistocene ouderdom is voor de grindafzetting in de groeve Slebos niet waarschijnlijk.

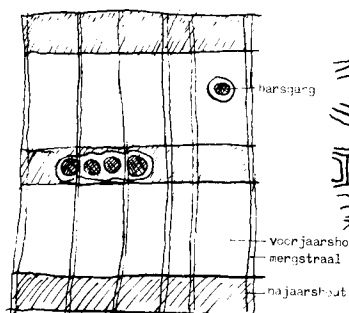


fig. 1

topografische - schematische
schets

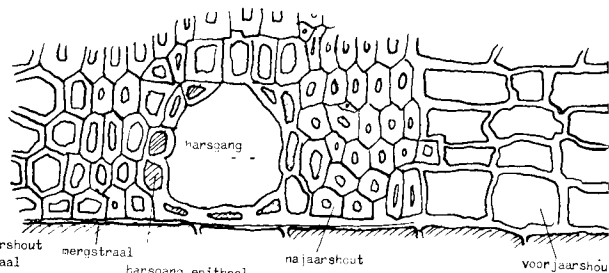
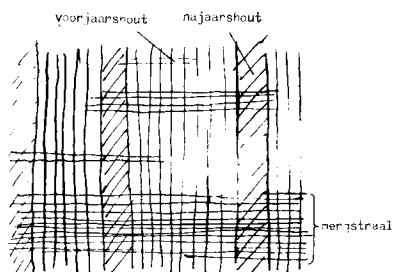


fig. 2

DWARF



topografische - schematische schets

fig. 3

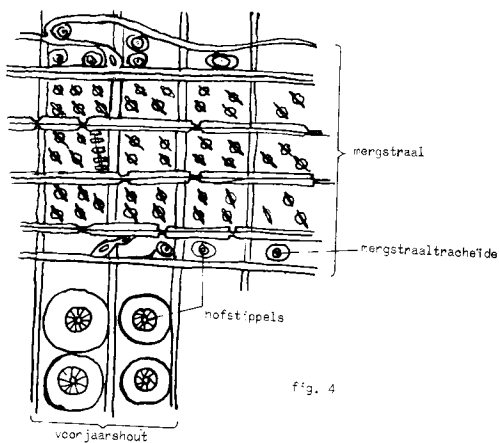


fig. 4

Picea abies

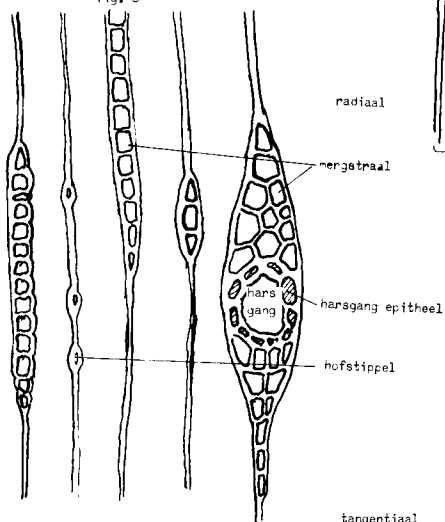
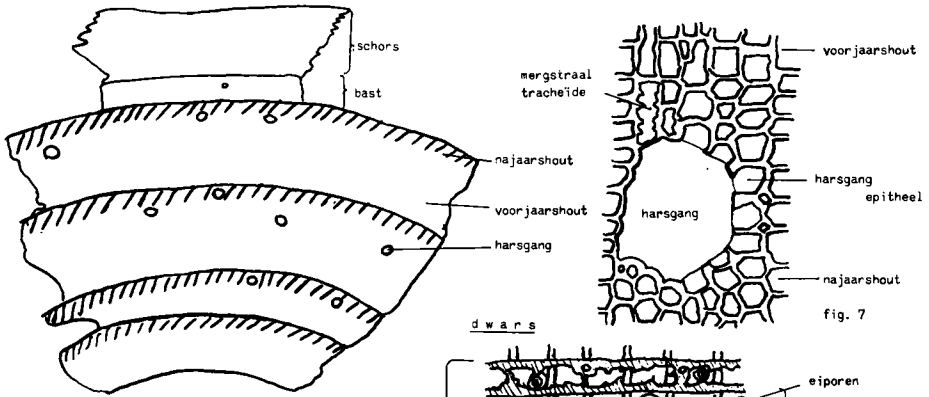


fig. 5

tangentiaal



topografische - schematische schets

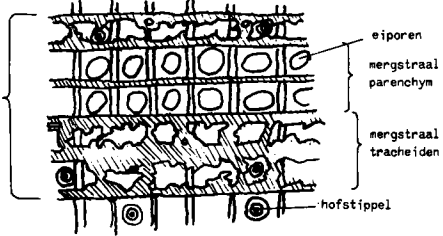
fig. 6



topografische - schematische schets

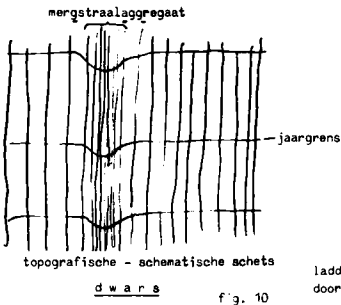
fig. 8

mergstraal
RADIAAL



Pinus sylvestris

fig. 9



topografische - schematische schets

d w a r s

fig. 10

laddervormige vaat-

doorboring fig. 11

vaatstijps - detail van

een laddervormige door-

boring fig. 12

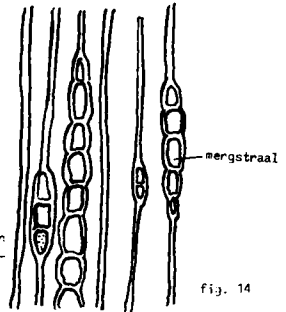


fig. 14

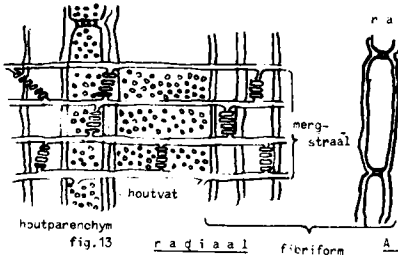


fig. 13

radiaal fibriform

radiaal

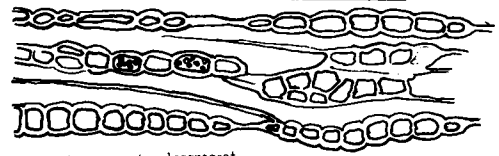


fig. 15

Alnus glutinosa

tangentiaal

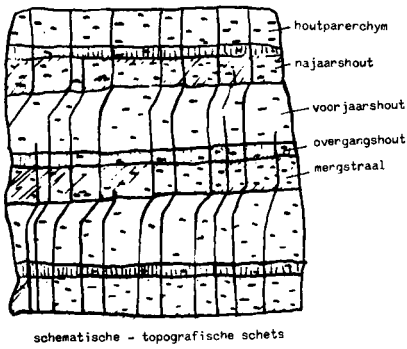


fig. 16

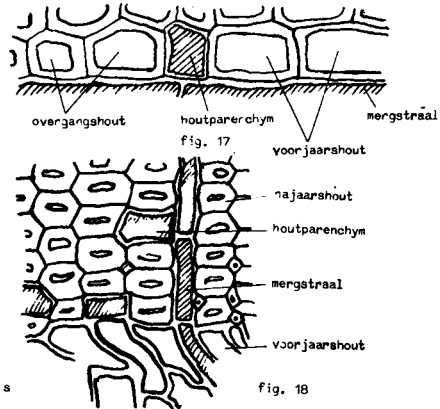


fig. 18

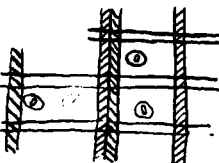
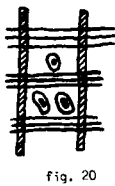


fig. 20

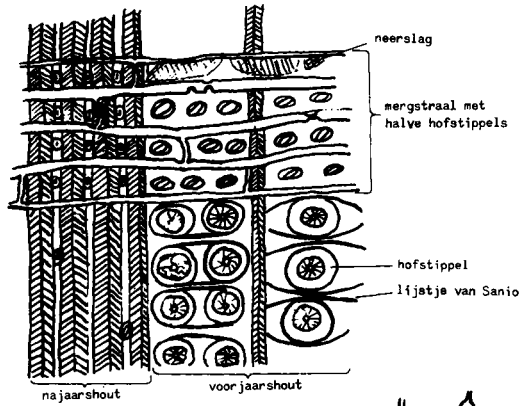


fig. 21

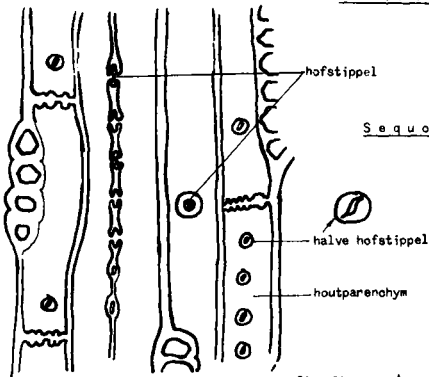


fig. 22

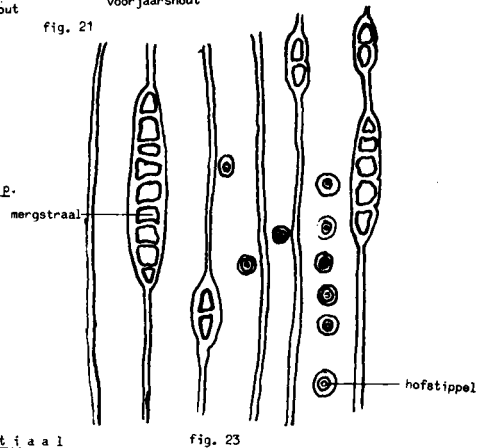


fig. 23

LITERATUUR

1. Bailey I.W. en Faull A.F. 1934, Structural variability in the Redwood, *Sequoia sempervirens* and its significance in the identification of fossil woods, *Journal of the Arnold arboretum* 15 - 233.
2. Florschütz F. en van Someren A.M.H. 1950, The palaeobotanical boundary Pliocene-Pleistocene in the Netherlands Report of the Eighteenth session of the Intern Geological Congress, Great Britain 1948, Deel IX.
3. Greguss P. 1955, Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen, Budapest.
4. Greguss P. 1959, Holzanatomie der Europäische Laubhölzer und Straucher, Budapest.
5. Jacquot C. 1955, Atlas d'anatomie des bois des Conifères, Centre technique du bois - Paris.
6. Kraüsel R. 1917, Die Pflanzen des Schlesienschen Tertiärs. Jahrbuch der Preuss. Geol. Landesanstalt, Berlin B. 38 - II - I.
7. Kraüsel R. 1949, Die fossilen Koniferen-Hölzer II *Palaeontographica* 89 - B - 83.
8. Kraüsel R. 1918, Nachträge zur Tertiärflora Schlesiens. Jahrbuch der Preuss. Geol. Landesanstalt Berlin B. 39 - I - 329.
9. Mädler K. 1939, Pliozäne Flora von Frankfurt am Main. Abhandlungen der Senkenbergischen Naturforschenden gesellschaft 446 - II - I 202.
10. Phillipps E.W.J. 1940, The Identification of coniferous woods by their microscopical structure. *Journal of the Linnean Society* 52 - 259.
11. Reid Cl. en Reid E.M. 1915, The Pliocene flora's of the Dutch Prussian border. Mededelingen Rijksopsporing van Delfstoffen No. 6.
12. Rössler W. 1937, Pliozäne Koniferenhölzer der Umgebung von Gleichenberg in Steiermark. Mitt. Naturw. Verein. f. Steiermark no. 74.
13. Rössler W. 1941, Fossile Hölzer aus dem Gebiete Weiz-Gleisdorf-Rischelsdorf (Oststeiermark) Zentralblatt f. Mineralogie etc.-Abt. B.No. 2-81.
14. Slijper E.J. 1932, Über Pliozäne Hölzer aus dem Ton von Reuver *Recueil des travaux botaniques Néerlandais* 29-18.
15. Slijper E.J. 1933, Bestimmungstabelle für rezente und fossile Koniferenhölzer nach microscopischen Merkmalen. *Recueil des travaux botaniques Néerlandais* 30-482.
16. Vlerk I.M. v.d. en Florschütz F. 1950, Nederland in het IJstijdvak. Utrecht.
17. Zagwijn W.H. 1960, Aspects of the Pliocene and Early Pleistocene vegetation in the Netherlands. *Mededelingen Geol. Stichting C-III-I-5*,
18. Zablocki J. 1928, Tertiäre Flora des Salzlagers von Wieliczka I. *Acta Societatis botanicorum poloniae* 5.