

# HÖLZER DER NIEDERRHEINISCHEN BRAUNKOHLFORMATION

## I. HÖLZER DER BRAUNKOHLGRUBE "ANNA" ZU HAANRADE (NIEDERLÄNDISCH LIMBURG)

J. VAN DER BURGH

(*Bot. Museum und Herbarium, Utrecht*)

(*eingegangen am 10. Dezember 1963*)

### ABSTRACT

This paper deals with the results of a microscopical analysis of the lignites of the miocene browncoal from the quarry "Anna" in the south of Limburg (Netherlands). They appeared to consist of 14 wood species, distributed over *Conifers* (6), *Monocotyledons* (1) and *Dicotyledons* (7). Four dicotyledonous woods were found for the first time and described here. Some conclusions about vegetation and climate are added.

### EINLEITUNG

Anlässlich einer von A. A. MANTEN (1958b) ausgeführten palynologischen Untersuchung der südlimburgischen Braunkohle von Haanrade (Niederlande) ergab sich die Frage, zu welchen Pflanzengattungen oder -arten die Vertreter der von ihm angegebenen Familien gehören. Zur Beantwortung dieser Frage war weitere Bearbeitung dieser Braunkohle notwendig. Die vorliegende Arbeit enthält die Ergebnisse einer Untersuchung des Holzes derselben Grube, der Grube "Anna" zu Haanrade.

Über das Alter der niederländischen Braunkohlenablagerungen Folgendes: Es gibt in den Niederlanden Braunkohle von pliozänem und höherem Alter. Während die pliozäne Braunkohle nur von geringer Bedeutung und Mächtigkeit ist, hat die ältere eine Mächtigkeit von ein (bzw. ein zehntel) bis fünfunddreissig Meter und ist an mehreren Stellen abgebaut worden. Diese Ablagerungen wurden von Manten zum Flöz F (Frimmersdorf) der niederrheinischen Braunkohle gerechnet. Er begründet dieses mit dem Funde von Feuersteingeröllen oberhalb dieser Ablagerung. In Übereinstimmung mit den Ansichten Breddins setzte Manten das Alter dieser Ablagerung als Miozän an, eine Datierung, die hier übernommen ist.

Eine der zuletzt angelegten und übrig gebliebenen Gruben auf niederländischem Boden war die Grube "Anna" zu Haanrade. Dort wurden im Sommer des Jahres 1959 die hier beschriebenen Holzproben gesammelt.

Die Arbeit wurde durchgeführt im Institut für systematische Botanik (Direktor Herr Prof. J. Lanjouw) der Reichsuniversität Utrecht. Herrn Prof. F. P. Jonker danke ich für seine vielfache Hilfe, das stetige Interesse und die anregenden Besprechungen, mit denen er meine Arbeit begleitet hat. Mein Dank gilt ferner Fräulein Dr.

A. M. W. Mennega für das unterstützen meiner ersten Schritte in der Holzanatomie. Ebenfalls danke ich Herrn Dr. K. U. Kramer für das kritische Durchlesen des Manuskriptes.

#### LITERATURANGABEN

Im Jahre 1924 veröffentlichten KRÄUSEL und SCHÖNFELD die Resultate einer Arbeit über das Braunkohlenholz von verschiedenen Stellen in Süd-Limburg (Niederlande). Es fanden sich damals fünf Arten: *Juniperoxylon silesiacum*, *Pinuxylon (paxi)*, *Laurinoxylon nectandrioides*, *Cornoxyton latiporosum* und *Cornoxyton sp.*

Im Jahre 1935 ergänzte JONGMANS diese Reihe mit einem Palmholz-funde. Kräusel bearbeitete auch andere Makrofossilien der Braunkohlengrube "Herman". Bezüglich dieser Überreste teilte er Jongmans mit: "Die Flora der Grube Herman enthält nur wenig bestimmbare Formen. Ich nenne *Cinnamomum*, eine Lauraceenfrucht, *Salix*, *Myrica*, *Juglans*, vielleicht auch *Ficus*."

MANTEN (1958b) fand in der Haanrader Braunkohle Pollen der nachfolgenden Familien der Spermatophyten:

<b>Coniferae</b>	<i>Hamamelidaceae</i>	<i>Araliaceae</i>
<i>Pinaceae</i>	<i>Platanaceae</i>	<i>Caprifoliaceae</i>
<i>Taxodiaceae</i>	<i>Betulaceae</i>	<i>Nyssaceae</i>
<i>Cupressaceae</i>	<i>Fagaceae</i>	<i>Ericaceae</i>
<b>Monocotyledonae</b>	<i>Tiliaceae</i>	<i>Empetraceae</i>
<i>Potamogetonaceae</i>	<i>Rutaceae</i>	<i>Sapotaceae</i>
<i>Arecaceae (Palmae)</i>	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Symplocaceae</i>
<i>Poaceae (Gramineae)</i>	<i>Cyrtillaceae</i>	<i>Oleaceae</i>
<i>Cyperaceae</i>	<i>Aquifoliaceae</i>	<i>Salicaceae</i>
<b>Dicotyledonae</b>	<i>Rhamnaceae</i>	<i>Myricaceae</i>
<i>Droseraceae</i>	<i>Vitaceae</i>	<i>Juglandaceae</i>

In der rheinischen Braunkohle fanden mehrere Untersucher folgende Pflanzenreste:

GOTHAN (1909) beschrieb drei Hölzer: *Taxodioxyton sequoianum*, *Pinus parryoides* und Baumfarne.

In der Blätterkohle von Rott im Siebengebirge, eine Ablagerung aus derselben Zeit wie die Kölner Braunkohle, fand WEYLAND (1948) Blattabdrücke und andere Fossilien von 251 Pflanzenarten, von denen hier nur die Familien folgen, zu denen Holzgewächse gehören.

<b>Coniferae</b>	<i>Moraceae</i>	<i>Simaroubaceae</i>
<i>Pinaceae</i>	<i>Loranthaceae</i>	<i>Malpighiaceae</i>
<i>Taxodiaceae</i>	<i>Ranunculaceae</i>	<i>Euphorbiaceae</i>
<i>Cupressaceae</i>	<i>Magnoliaceae</i>	<i>Anacardiaceae</i>
<b>Monocotyledonae</b>	<i>Trochodendraceae</i>	<i>Aquifoliaceae</i>
<i>Arecaceae (Palmae)</i>	<i>Lauraceae</i>	<i>Aceraceae</i>
<b>Dicotyledonae</b>	<i>Podostemaceae</i>	<i>Sapindaceae</i>
<i>Salicaceae</i>	<i>Hamamelidaceae</i>	<i>Rhamnaceae</i>
<i>Myricaceae</i>	<i>Platanaceae</i>	<i>Vitaceae</i>
<i>Juglandaceae</i>	<i>Rosaceae</i>	<i>Bombacaceae</i>
<i>Betulaceae</i>	<i>Leguminosae</i>	<i>Dilleniaceae</i>
<i>Fagaceae</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	<i>Dipterocarpaceae</i>
<i>Ulmaceae</i>	<i>Rutaceae</i>	<i>Thymelaeaceae</i>

<i>Elaeagnaceae</i>	<i>Myrsinaceae</i>	<i>Asclepiadaceae</i>
<i>Punicaceae</i>	<i>Ebenaceae</i>	<i>Bignoniaceae</i>
<i>Nyssaceae</i>	<i>Sapotaceae</i>	<i>Rubiaceae</i>
<i>Combretaceae</i>	<i>Symblocaceae</i>	<i>Caprifoliaceae</i>
<i>Cornaceae</i>	<i>Oleaceae</i>	
<i>Ericaceae</i>	<i>Apocynaceae</i>	

THIERGART (1958) führte eine pollenanalytische Untersuchung dieser Ablagerungen aus. Ausser einigen Farnen fand er folgende Familien:

<b>Coniferae</b>	<b>Dicotyledonae</b>	<i>Aquifoliaceae</i>
<i>Podocarpaceae</i>	<i>Juglandaceae</i>	<i>Anacardiaceae</i>
<i>Pinaceae</i>	<i>Ulmaceae</i>	<i>Araliaceae</i> (?)
<i>Taxodiaceae</i>	<i>Betulaceae</i>	<i>Cornaceae</i> (?)
<i>Sciadopityaceae</i>	<i>Ebenaceae</i>	<i>Tiliaceae</i>
<i>Cupressaceae</i>	<i>Myricaceae</i>	<i>Nyssaceae</i>
<b>Monocotyledonae</b>	<i>Fagaceae</i>	<i>Ericaceae</i>
<i>Gramineae</i>	<i>Saxifragaceae</i>	<i>Oleaceae</i>

Einige Proben einer benachbarten Stelle gleichen Alters ergaben dazu noch *Hamamelidaceae*, *Symplocaceae*, *Sparganiaceae*(?) und *Palmae*.

In einer Arbeit über die *Monocotyledonae* des Hauptflözes nennt WEYLAND (1958) folgende Familien: *Pandanaceae*, *Zingiberaceae*, *Hydrocharitaceae*, *Potamogetonaceae* und *Sparganiaceae*.

NEUY-STOLZ (1958) fand im Hauptflöz Mikrofossilien von verschiedenen Fungi, Moosen, Farnen und folgenden Samenpflanzenfamilien:

<b>Coniferae</b>	<i>Aquifoliaceae</i>	<i>Ebenaceae</i>
<i>Pinaceae</i>	<i>Vitaceae</i>	<i>Styracaceae</i>
<i>Taxodiaceae</i>	<i>Cornaceae</i>	<i>Symplocaceae</i>
<i>Cupressaceae</i>	<i>Araliaceae</i>	<i>Oleaceae</i>
<b>Dicotyledonae</b>	<i>Nyssaceae</i>	<i>Bignoniaceae</i>
<i>Magnoliaceae</i>	<i>Fagaceae</i>	<i>Caprifoliaceae</i>
<i>Hamamelidaceae</i>	<i>Betulaceae</i>	<i>Compositae</i>
<i>Platanaceae</i>	<i>Myricaceae</i>	<b>Monocotyledonae</b>
<i>Leguminosae</i>	<i>Juglandaceae</i>	<i>Alismataceae</i>
<i>Theaceae</i>	<i>Salicaceae</i>	<i>Hydrocharitaceae</i>
<i>Tiliaceae</i>	<i>Ulmaceae</i>	<i>Liliaceae</i>
<i>Rutaceae</i>	<i>Loranthaceae</i>	<i>Cyperaceae</i>
<i>Hippocastanaceae</i>	<i>Polygonaceae</i>	<i>Gramineae</i>
<i>Simaroubaceae</i>	<i>Empetraceae</i>	<i>Zingiberaceae</i>
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Ericaceae</i>	<i>Palmae</i>
<i>Cyrillaceae</i>	<i>Clethraceae</i>	
<i>Meliaceae</i>	<i>Sapotaceae</i>	

SCHÖNFELD (1958b) beschrieb ein Magnoliaceenholz aus dem marinen Oberoligozän des Rheinlandes. In einer anderen Arbeit (1958a) desselben Jahres zählt derselbe Autor die bereits bestimmten Hölzer aus der Treibholzablagerung von Düren und der rheinischen Braunkohle im Allgemeinen auf. Er erwähnt Hölzer aus folgenden Familien und Gattungen: *Abietineae*, *Taxodiaceae*, *Cupressaceae*, *Magnoliaceae* (sehr viel), *Palmoylon bacillare*, *Sciadopitys* und *Biota orientalis var. miocenica*.

THOMSON (1958) bearbeitete ebenfalls die Dürener Treibholzablagerung und ausserdem die Braunkohle von Liblar. In Düren fand er u.a. Samen von:

<i>Quercus</i>	<i>Mastixia amygdalaeformis</i>	<i>Sphenotheca incurvata</i>
<i>Betulaceae</i>	<i>Ganitrocera menzelii</i>	<i>Symplocos minutula</i>
<i>Juglandaceae</i>	<i>Tectocarya rhenana</i>	<i>Symplocos lignitarum</i>
<i>Liquidambar europaea</i>	<i>Nyssa disseminata</i>	<i>Symplocos gothanii</i>
<i>Magnolia sinuata</i>	<i>Kalmia</i>	<i>Symplocos arecaeformis</i>
<i>Magnoliaespermum</i>	<i>Durania ehrenbergii</i>	
<i>Asimina</i>	<i>Pallipora symplocoides</i>	

Die Liblarer Funde sind: *Glyptostrobus europaeus*, *Magnoliaespermum getinitzii*, *Nyssa disseminata*, *Palmacites* und einige Wasserpflanzen. SCHÖNFELD und WEYLAND (1958) beschrieben eine neue Kiefer aus der Marcoduraschichten der Ville, die sie *Pinus marcoduriae* nannten.

#### MATERIAL UND METHODEN

Die Herkunft des Holzes ist die Grube "Anna" zu Haanrade bei Kerkrade in Niederländisch-Limburg. Diese heute verschwundene Grube enthielt nicht sehr viel Holz; in verschiedenen Horizonten war garkeines vorhanden, an anderen Stellen wurden ganze Stubben noch in ihrer ursprünglichen Lage aufrecht in der Braunkohle angetroffen.

Es waren zwei Holzhorizonte vorhanden, in denen das Holz nur liegend gefunden wurde. In diesen Horizonten gab es keine Stubben.

Die Lignite wurden, um Austrocknen zu verhüten, in Plastiktüten aufbewahrt. Das Holz wurde mit dem Rasiermesser mit der Hand geschnitten und die Dünnschnitte unter dem Mikroskop untersucht.

Viele Schnitte wurden zuerst mit Bleichwasser ( $\text{NaClO}$ ) gebleicht und darauf in vielen Fällen mit Methylgrün oder Safranin gefärbt, oder nur wenig gebleicht und dann eingeschlossen und aufgehoben. Die Schnitte sind der Sammlung des Instituts für systematische Botanik der Reichsuniversität Utrecht einverleibt worden. Die Abbildungen wurden zuweilen nach verschiedenen Schnitten hergestellt.

Die verschiedenen Formen wurden zum Bestimmen mit rezenten und fossilen Hölzern verglichen, und zwar mit Dünnschnitten und mit Beschreibungen aus folgenden Quellen:

Für die *Koniferen*: SLIJPER 1933, PEIRCE 1937, PHILLIPS 1940, KRÄUSEL 1949, GREGUSS 1955, HUDSON 1960.

Für die *Angiospermen*: JANSSONIUS 1940, RECORD und HESS 1944, HESS 1946, BROWN, PANSHIN und FORSAITH 1949, METCALFE und CHALK 1950, KRIBS 1950, JANE 1956, GREGUSS 1959.

#### NOMENKLATUR

Manche Autoren stellen die von ihnen erkannten fossilen Hölzer zu derselben Gattung wie die rezenten Vergleichshölzer. Das Holz macht ja nur ein Teil der Pflanze aus, und die auf das Holz aufge-

stellten Arten haben demzufolge einen anderen, und zwar geringeren, systematischen Wert als die lebenden Arten einer solchen Gattung. Die rezenten Arten werden im Allgemeinen auf Grund der Merkmale verschiedener Organe aufgestellt und das Holz wird dabei zuweilen nicht berücksichtigt.

Dazu kommt noch, dass manche Hölzer verschiedener Familien (vgl. *Symplocaceae* und *Cornaceae*) und Gattungen (z.B. innerhalb der *Cupressaceae*) einander so ähnlich sind, dass diese Familien oder Gattungen auf Grund holzanatomischer Merkmale nicht oder fast nicht zu unterscheiden sind, obwohl keinen näheren Verwandtschaft zwischen ihnen zu bestehen braucht. Ein fossiles Holz hat also mit dem Holz einer rezenten Gattung grosse Ähnlichkeit und nähere Verwandtschaft ist daher wahrscheinlich oder sehr wahrscheinlich, aber es besteht darüber keine vollständige Sicherheit. Dieses muss man immer in Betracht ziehen, auch wenn man bequemlichkeitshalber von einem Holz aus einer bestimmten Gattung oder Familie u.s.w. spricht. Oft ergibt sich, dass das Holz innerhalb einer Familie nicht näher unterzubringen ist, weil die Holzanatomie dieser Familie nicht genügend bekannt ist, oder weil es keine holzanatomischen Unterschiede zwischen den Gruppen gibt, oder weil das Holz in anatomischen Merkmalen zwischen mehreren Gruppen steht.

Aus diesem Grunde ist es vorzuziehen die fossilen Hölzer Organ-gattungen oder Formgattungen zuzuordnen. Die Vertreter der Organ-gattung sind ihrem Bau nach den Organen der rezenten Vertreter einer Familie oder Gattung vergleichbar. Dabei ist es selbstverständlich, dass die Merkmale der rezenten Vertreter beim Aufstellen der Kriterien zur Abgrenzung der Organgattung eine wesentliche Rolle spielen.

## RESULTATE

Es fanden sich die folgende Hölzer:

### CONIFERAE

#### PINACAE

*Pinuxylon* Gothan 1905

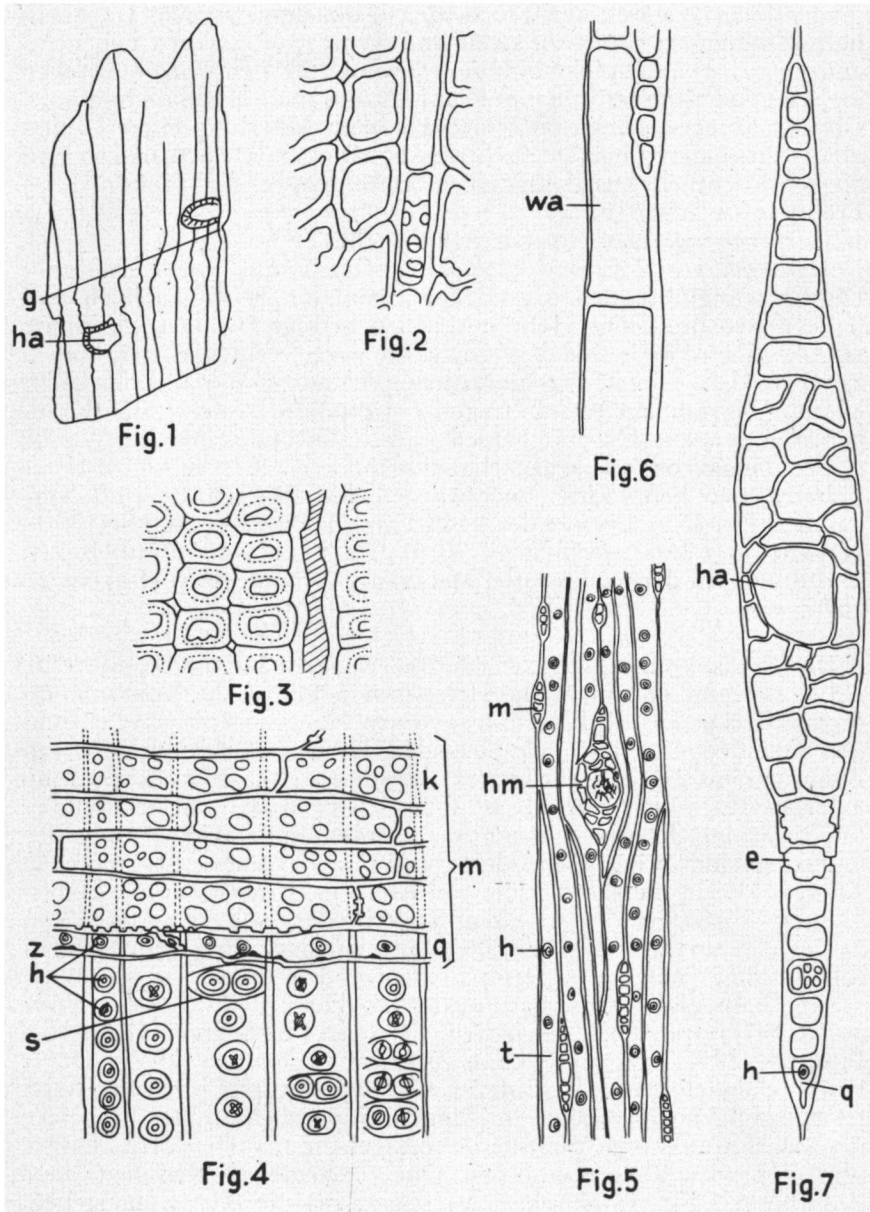
***Pinuxylon parryoides*** Kräusel emend. van der Burgh

#### BESCHREIBUNG DES HOLZES (Tafel 1)

*Zuwachszonen:* Innerhalb einer Zuwachszone sind das Frühholz und das Spätholz nicht scharf getrennt. Die Grenzen der Zuwachszonen sind deutlich ausgeprägt.

*Tracheiden:* Die Lumina der Tracheiden sind  $\pm$  abgerundet.

Masse der Tracheiden:	radial	tangential	Wanddicke
Frühholz . . . . .	40–55 $\mu$	30–44 $\mu$	$\pm$ 10 $\mu$
Spätholz . . . . .	4–12 $\mu$	25–35 $\mu$	$\pm$ 10 $\mu$



Tafel 1. *Pinuxylon parryoides* (Kräusel) van der Burgh. Fig. 1 topografische Skizze; Fig. 2 Frühholz; Fig. 3 Spätholz; Fig. 5, 6, 7 Tangentialschnitte; Fig. 5 topografische Skizze; Fig. 6 Harzgangepithelzellen; Fig. 7 harzgangführender Markstrahl.

**Hoftüpfel:** Diese können in den radialen und ebenfalls in den tangentialen Wänden der Tracheiden beobachtet werden. Im Frühholz kommen sie häufig zu zweit und weniger oft zu dritt nebeneinander vor. Die Tüpfelmündung schwankt in der Form zwischen kreisrund oder linsenförmig im Frühholz und spaltförmig im Spätholz. Die Mündungen stehen oft schief. Die eine Mündung eines Tüpfels kreuzt die andere ungefähr rechtwinklig. Die Sanio'schen Balken sind oft sehr deutlich ausgeprägt. Der Durchmesser der Hoftüpfel im Frühholz ist 22–30  $\mu$ .

**Holzparenchym:** Das Holzparenchym fehlt.

**Markstrahlen:** Diese sind 1–13 Zellen hoch und eine Zelle breit. Die harzgangführenden Markstrahlen sind bis 30 Zellen hoch und bis 4 Zellen breit. Die Höhe der Zellen beträgt 10–20  $\mu$ , die Breite 10–14  $\mu$ . Die Wände sind 2–4  $\mu$  dick, die waagerechten Wände tragen ziemlich viele Tüpfel. Die tangentialen Wände sind glatt oder leicht knotig. Die radialen Wände tragen 1–4 pinoide Tüpfel in den Kreuzungsfeldern. Die Quertracheiden sind dünnwandig und die Wände tragen kleine, oft nur wulstartig ausgebildeten Zacken.

**Harzgänge:** Senkrechte und waagerechte Harzgänge sind vorhanden. Der Durchmesser der senkrechten Harzgänge ist 140–180  $\mu$ , derjenige der waagerechten 40–70  $\mu$ . Die Wände der Epithelzellen sind dünn. An den senkrechten Harzgänge kommt etwas Harzparenchym vor.

Die Stücke dieser Art zeigen also waagerechte und senkrechte Harzgänge und dabei fehlt das Holzparenchym. Aus der Kombination dieser Merkmale mit den dünnwandigen Harzgangepithelzellen und den pinoiden oder schwach piceoiden Kreuzungsfeldtüpfeln, deren Zahl meistens 2–4 ist, geht hervor, dass dieses Holz dem der Gattung *Pinus* in allem sehr ähnlich ist und deswegen der entsprechenden Organgattung *Pinuxylon* zugeordnet werden muss. Die Wände der Quertracheiden tragen sehr kleine und nur vereinzelt vorkommende Zacken. Hierin hat dieses Holz viel Ähnlichkeit mit dem der Untergattung *Haploxyylon* der rezenten Kiefern, das, wie HUDSON (1960) nachwies, immer kleine, zuweilen ganz winzige, vereinzelt Zacken (oder Zähne) auf den Quertracheidenwänden trägt.

Innerhalb dieser Untergattung ist das Holz in die Sektion *Paracembra* (HUDSON 1960) zu stellen. Dies ist die Sektion *Parrya* bei PHILLIPS (1940) und die Sektion *Aristata* bei GREGUSS (1955). Dafür ist die ziemlich grosse Zahl der Kreuzungsfeldtüpfel, die manchmal leicht knotigen Querwände im Markstrahlparenchym und die Dicke der Markstrahlparenchymwände massgebend. Auch Form, Grösse und Zahl der Zacken auf den Quertracheidenwänden legt diese Zuordnung nahe. Es ist sehr schwer, eine rezente Kiefer anzugeben, deren Holz identisch mit diesem fossilen Holz ist. Es dürfte jedoch eine Art der Sektion *Paracembra* sein, da unser Fossil dem Holz dieser Gruppe am ähnlichsten ist, besonders zwei Arten aus dem Westen Nordamerikas: *Pinus aristata* und *Pinus cembroides* mit den Unterarten *P. c. ssp. edulis*, *P. c. ssp. monophylla* und *P. c. ssp. parryana*. Diese Hölzer

haben jedoch eine grössere Markstrahlhöhe als das untersuchte fossile Holz. Am wenigsten weichen in dieser Hinsicht *Pinus aristata* und *Pinus cembroides* ssp. *parryana* ab. Während im Frühholz der fossilen Kiefer die Hoftüpfel vielfach zu zweit nebeneinander vorkommen, ist dieses unter den rezenten Formen nur noch bei *Pinus aristata* der Fall. Doch sind die Markstrahlzellen dieser Kiefer im Tangentialschnitt schmal und hoch, während das fossile Material auf demselben Durchschnitt nur kreisrunde oder schwach elliptische Zellen aufweist. Es bleibt als ähnlichste Art *Pinus cembroides* ssp. *parryana*, es bestehen jedoch auch hier Unterschiede, so dass man keinesfalls von Identität sprechen kann.

Es ist auch fossiles Holz bekannt geworden, dass unserem Holz sehr ähnlich ist. Es handelt sich um Funde von *Pinuxylon parryoides*, *Pinuxylon baumani* und *Pinus marcoduriae*. Nach Angaben von KRÄUSEL (1949), Seite 164) hat *Pinuxylon baumani* garkeine Zacken auf den Quertracheidenwänden, vgl: "Quertracheiden ganz ohne Zacken, auf der Krf. 2-4 mittelgrosse Eiporen . . . *baumani*". Nach den Angaben Reads (READ, 1933 Seite 12), auf die KRÄUSEL für die Typenbeschreibung hinweist, finden sich ganz entschieden Zacken auf den Quertracheidenwänden, vgl: "Ray tracheids . . . sparingly dentate . . .". Als Alternative gibt Kräusel an: "Zacken nur schwach entwickelt, auf dem Krf. zahlreiche kleine Eiporen . . . *parryoides*" (KRÄUSEL 1949, Seite 164). Die Beschreibungen der zu dieser Art gerechneten Hölzer bei verschiedenen älteren Autoren weichen jedoch mitunter etwas von diesen Merkmalen ab; z.B. GOTHAN 1909, *Pinus parryoides*. Nach diesem Autor haben die Quertracheidenwände garkeine Zacken und die Kreuzungsfelder 3-5 kleine Eiporen. Die von SEWARD (1919) gegebene Beschreibung von *Pityoxylon parryoides* ist sehr kurz und mangelhaft. Sie zeigt jedoch, dass die Quertracheiden keine Zacken haben. WEBBER (1933) gibt in ihrer Beschreibung von *Pinus kelloggi* — die ebenfalls von KRÄUSEL zu *Pinuxylon parryoides* gerechnet worden ist — an, dass die Quertracheiden keine Zacken haben und dünnwändig sind; die 1-4 Kreuzungsfeldtüpfel sind hier augenförmig. Das Holz der neuerdings von WEYLAND und SCHÖNFELD (1958) beschriebenen Kiefer *Pinus marcoduriae* ist gekennzeichnet durch mittelgrosse Eiporen, von denen es 1-4, meistens 2, aber auch vielfach 1 oder 3 im Kreuzungsfeld gibt. Die Quertracheidenwände werden von ihnen als glatt beschrieben.

Es folgt aus den angeführten Beschreibungen von *Pinuxylon parryoides*, dass die Wände der Quertracheiden sehr oft glatt sind. Der wesentliche Unterschied zwischen dieser Art und *Pinuxylon baumani* und dem Holz von *Pinus marcoduriae* gründet sich auf die Grösse der Eiporen, während ihre Zahl, wie sich aus den genannten Beschreibungen ergibt, ziemlich variabel ist.

Im Jahre 1960 veröffentlichte HUDSON eine Arbeit über die anatomischen Merkmale der Hölzer verschiedener Arten der Gattung *Pinus*. Dieser Autor kommt zu der Schlussfolgerung, dass die verschiedenen holzanatomischen Merkmale, auf die sich der Unterschied zwischen den Arten gründet, innerhalb einer Art und selbst innerhalb



einer Holzprobe sehr wechseln. Nach Hudsons Angaben ist nur die Ausbildung der Zacken in den Quertracheiden ziemlich beständig (reasonably invariable, S. 30). Hudson weist nach, dass die Arten, deren Quertracheidenwände früher als glatt beschrieben wurden, auch Zacken in den Quertracheiden aufweisen, wenn diese auch klein und unauffällig sind.

In Betracht der oben angeführten Angaben über fossile und rezente Kiefernholzer ist es notwendig, die Unterscheidungsmerkmale der Arten *Pinuxylon parryoides*, *P. baumani* und *Pinus marcoduriae* näher zu prüfen. Es zeigt sich dabei, dass diese Merkmale nicht für die Trennung dieser drei fossilen Pinusholzer benutzt werden können, weil die Zahl und Grösse der Kreuzungsfeldtöpfe nach den Angaben Hudsons viel zu variabel sind. Auch die Zacken auf den Wänden der Quertracheiden können nicht zu diesem Zweck dienen, da sie bei beiden *Pinuxylon*-arten in verschiedenen Publikationen entweder als fehlend oder als vorhanden beschrieben werden. Für das Holz von *Pinus marcoduriae* werden sie als abwesend beschrieben. Ferner muss noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass die vielfach von älteren und jüngeren Autoren angegebenen glatten Quertracheidenwände auf der Tatsache beruhen, dass die spärlichen, kleinen, manchmal nur wulstartig ausgebildeten Zacken oft nicht als solche erkannt worden sind.

Folglich liegt es nahe, die verschiedenen Angaben über die Quertracheidenwände (glatt bis einige kleine Zacken tragend) als innerhalb der Variationsbreite einer Art liegend aufzufassen; dasselbe gilt für die viel stärker schwankenden Merkmale der Grösse und Zahl der Kreuzungsfeldtöpfe (klein bis mittelgross, 1-4, 1-3, 3-5, 1-4, 1-4, zahlreich).

In Anbetracht dessen ist es angebracht, *Pinuxylon parryoides*, *P. baumani* und das Holz von *Pinus marcoduriae* zu einer Holzart zusammen zu fassen, die den Namen *Pinuxylon parryoides* tragen muss, da die älteste gültige Beschreibung und Bestimmung, in der dieses Holz der Gattung *Pinus* zugeordnet wurde, von Gothan unter dem Namen *Pinus parryoides* veröffentlicht wurde. Die Diagnose dieser Art im erweiterten Sinne lautet:

Pinusähnliches Holz mit waagerechten und senkrechten Harzgängen mit dünnen Epithelzellwänden und deutlichen Zuwachszonen. Tracheiden mit vielen, ziemlich grossen Hoftüpfeln in den radialen Wänden und einer wechselnder Zahl von Hoftüpfeln in den tangentialen Wänden. Hoftüpfel in den radialen Wänden meistens in einer Reihe, manchmal auch zu zweit oder dritt nebeneinander. Sanio'schen Balken deutlich ausgebildet. Tüpfelmündungen kreisrund bis schlitzförmig, im letzteren Falle schiefgestellt. Die Lumina der Tracheiden im Querschnitt  $\pm$  abgerundet. Holzparenchym fehlt. Markstrahlen 1-13 Zellen hoch und eine Zelle breit, die harzgangführenden Markstrahlen höher und breiter. In den radialen Wänden eine wechselnde Zahl von Eiporen wechselnder Grösse. Tangentiale Wände der Markstrahlparenchymzellen leicht knotig. Quertracheiden mit vereinzelt, winzigen, oft kaum wahrnehmbaren Zacken.

Weyland und Schönfeld haben die nicht holzigen Teile dieses

Kiefernstammes, zusammen mit dem Holz, unter dem Namen *Pinus marcoduriae* beschrieben.

### **Pinuxylon zobelianum** (Goeppert) Kräusel 1949

Es liegen einige Stücke dieser Art vor.

#### BESCHREIBUNG DES HOLZES (Tafel 2)

*Zuwachszonen:* Das Spätholz ist von dem innerhalbbliegender Frühholz nicht scharf getrennt. Die Zuwachszonen sind breit (5 mm).

*Tracheiden:* Diese tragen Hoftüpfel in den radialen und tangentialen Wänden. Die Wände der Tracheiden sind ziemlich dick.

Masse der Tracheiden	radial	tangential	Wanddicke
Frühholz . . . . .	26–37 $\mu$	18–30 $\mu$	$\pm$ 10 $\mu$
Spätholz . . . . .	4–7 $\mu$	15–30 $\mu$	$\pm$ 10 $\mu$

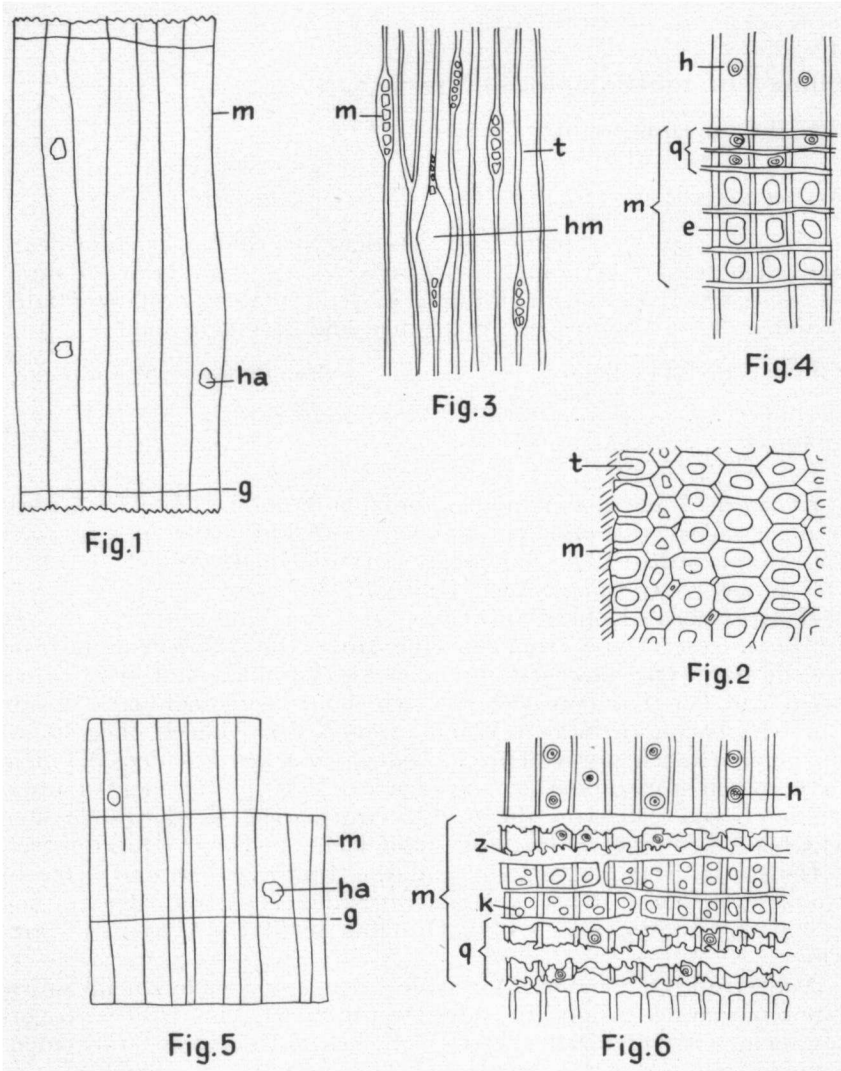
*Hoftüpfel:* Diese sitzen in den radialen Wänden der Tracheiden, weniger in den tangentialen Wänden, und sind immer nur in einer Reihe angeordnet. Durchmesser der radialen Hoftüpfel: 8–14  $\mu$ , Durchmesser der tangentialen Hoftüpfel 10–13  $\mu$ .

*Holzparenchym:* Kommt nicht vor.

*Markstrahlen:* Diese erreichen eine Höhe von 16 Zellen und sind 1 Zelle breit. Die harzgangführenden Markstrahlen sind bis 4 Zellen breit. Auf den Kreuzungsfeldern stehen nur 1, manchmal 2 grosse Eiporen. Die horizontalen Wände tragen viele Tüpfel. Die Quertracheiden haben nur vereinzelte winzige Zacken auf den Wänden. Es kommen nur 1 oder 2, zuweilen auch 3 Quertracheiden übereinander vor. Die von diesen Quertracheiden zu den stehenden Tracheiden führenden Hoftüpfel sind klein, 6–8  $\mu$  in Durchmesser.

*Harzgänge:* Das Parenchym und die Epithelzellen sind schlecht erhalten, die Reste aber zeigen eindeutig, dass die Wände der Epithelzellen sehr dünn gewesen sind. Durchmesser der senkrechten Harzgänge 100–150  $\mu$ .

Auf Grund folgender Merkmale: breite Zuwachszonen, grosse Eiporen, von denen nur eine oder zwei in den Kreuzungsfeldern vorkommen, und vereinzelte, winzige Zacken auf den Quertracheidenwänden, gehört das Holz zur Untergattung *Haploxyton*, Sektion *Cembra* (PHILLIPS 1940, GREGUSS 1955, HUDSON 1960). Nach Kräusels Schlüssel kommt diese Kombination von Merkmalen nur bei einer Art vor: *Pinuxylon zobelianum*. Kräusel gibt an, dass *Pinuxylon prambachense* und *Pinuxylon sp.* — beide von HOFMANN (1944) aufgestellte Arten — Synonyme dieser Art sind. Die Merkmale des vorliegenden Holzes finden sich auch in den Beschreibungen dieser Hölzer. Das Basionym ist *Spiropitys zobeliana* GOEPPERT (1850). Auch mit den Abbildungen und Beschreibungen dieses Autors stimmen die Merkmale unseres Holzes überein. Aus diesem Grunde rechne ich das vorliegende Holz zu der Art *Pinuxylon zobelianum*.



Tafel 2. *Pinuxylon zobelianum* (Goepfert) Kräusel. Fig. 1, 2 Querschnitte; Fig. 1 topografische Skizze; Fig. 2 Spätholz; Fig. 3 Tangentialschnitt; Fig. 4 Radialschnitt. *Pinuxylon taedioides* Kräusel. Fig. 5 Querschnitt, topografische Skizze; Fig. 6 Radialschnitt.

**Pinuxylon taedioides** Kräusel 1919

## BESCHREIBUNG DES HOLZES (Tafel 2)

*Zuwachszonen:* Das Frühholz und das Spätholz sind innerhalb einer Zuwachszone nicht scharf getrennt.

*Tracheiden:* Diese sind im Querschnitt abgerundet.

Masse der Tracheiden	radial	tangential	Wanddicke
Frühholz . . . . .	22–30 $\mu$	18–30 $\mu$	$\pm$ 6 $\mu$
Spätholz . . . . .	4–7 $\mu$	12–22 $\mu$	$\pm$ 11 $\mu$

*Hoftüpfel:* In den radialen Tracheidenwänden liegen nur wenige runde Hoftüpfel mit kreisrundem Hof und Mündung. Sie fehlen in den tangentialen Wänden; Durchmesser 6–12  $\mu$ .

*Holzparenchym:* Das Holzparenchym fehlt.

*Markstrahlen:* Diese sind von 1–16 Zellen hoch; einige führen Harzgänge. In den Kreuzungsfeldern stehen 1–3 kleine bis grosse Eiporen. Die Quertracheidenwände tragen grosse, abgerundete Zacken, welche bis in die Mitte des Lumens reichen. Die Hoftüpfel zu den stehenden Tracheiden sind klein; Durchmesser 6–9  $\mu$ .

*Harzgänge:* Die waagerechten und senkrechten Harzgänge sind mit dünnwandigem Epithel bekleidet.

Die Proben dieses Holzes unterscheiden sich also von den übrigen Pinuxylonstücken durch den Besitz stark gezackter Quertracheidenwände. Das Holz ist nur mangelhaft erhalten und deswegen ist von den Markstrahlparenchymwänden wenig oder garnichts zu sehen. Die Quertracheidenwände sind besser erhalten. Die stark ausgebildeten, oft abgerundeten Zacken sind sehr deutlich zu sehen und reichen bis an die Mitte des Lumens heran. Das Harzgangepithel ist ebenfalls stark zerstört, aber in den waagerechten Harzgängen waren noch Reste davon zu finden. Im Ganzen entspricht dieses Holz gut den Beschreibungen von *Pinuxylon taedioides* bei LINGELSHEIM (1907) und KRÄUSEL (1919). Aus diesem Grunde stelle ich es hier zu dieser Art.

KRÄUSEL (1949) gibt die Länge der Zacken als über die Mitte des Lumens hinausreichend an. Auch LINGELSHEIM (1907) wies auf dieses Merkmal hin. Leider hat KRÄUSEL (1919) die Länge der Zacken von *Pinuxylon sp.* nicht erwähnt. Das in der Literatur angegebene Maximum der Kreuzungsfeldtüpfel (5) wird in diesen Holzproben nicht erreicht; hier ist das Maximum 3. Die von KRÄUSEL und SCHÖNFELD im Jahre 1924 beschriebene Art *Pinuxylon sp. (paxi?)* — die später von KRÄUSEL (1949) zu *Pinuxylon paxi* gerechnet worden ist — stimmt mit diesen Holzproben in hohem Masse überein. So sind die abgerundete Form der Tracheiden im Querschnitt, das Fehlen der Hoftüpfel in den tangentialen Tracheidenwänden und die Zahl und Grösse der Hoftüpfel in den radialen Tracheidenwänden bei diesen beiden Holzarten auffallend ähnlich. Die Ausbildung der Zacken auf den Quertracheidenwänden ist jedoch verschieden. Nach den Angaben HUDSONS (1960)

ist dieses letztere Merkmal als einziges nicht sehr variabel. Der Unterschied zwischen den beiden Arten *Pinuxylon paxi* und *Pinuxylon taedioides* beruht auf diesem Merkmal, indem die Zacken von *Pinuxylon paxi* bis auf ein Drittel des Lumens heranreichen, während sie bei *Pinuxylon taedioides* bis über die Mitte reichen.

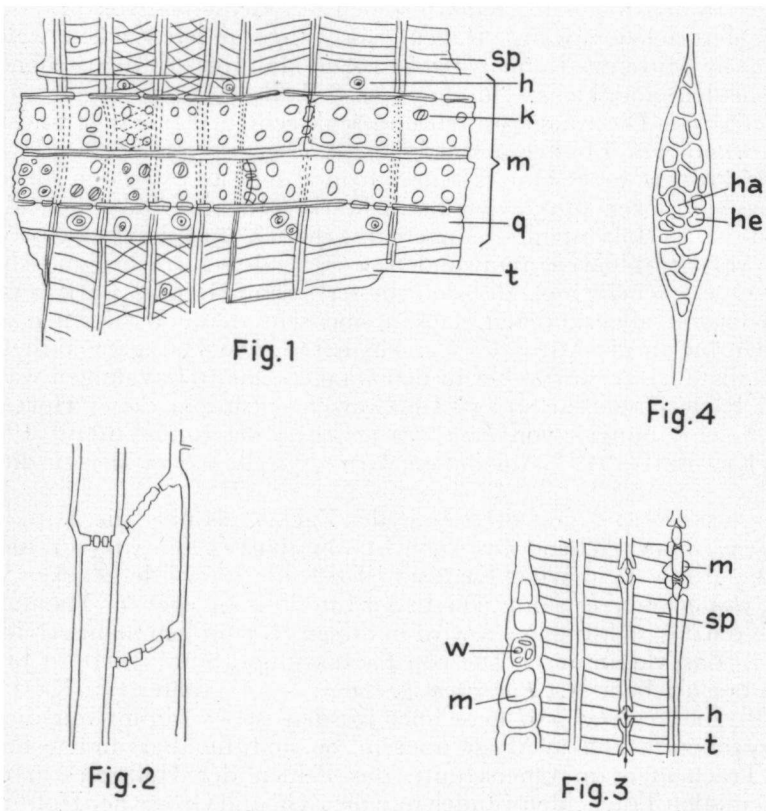
*Piceoxylon* Gothan 1905

***Piceoxylon pseudotsugae* Gothan 1906**

Es liegt nur eine kleine Probe dieser Art vor.

BESCHREIBUNG DES HOLZES (Tafel 3)

*Zuwachszonen:* Innerhalb einer Zuwachszone geht das Frühholz allmählich in das Spätholz über.



Tafel 3. *Piceoxylon pseudotsugae* Gothan. Fig. 1 Radialschnitt; Fig. 2 Radialschnitt, Harzgangepithel; Fig. 3 Tangentialschnitt; Fig. 4 Tangentialschnitt, harzgangführender Markstrahl.

*Tracheiden:* Die Wände der Tracheiden sind spiralg verdickt.

Masse der Tracheiden	radial	tangential	Wanddicke
Frühholz . . . . .	35–40 $\mu$	10–14 $\mu$	$\pm 7 \mu$
Spätholz . . . . .	7–10 $\mu$	10–14 $\mu$	$\pm 7 \mu$

*Hoftüpfel:* Es kommen viele Hoftüpfel in den radialen Wänden der Tracheiden vor, dagegen nur wenige in den tangentialen Wänden. Durchmesser radial: 10–15  $\mu$ , Durchmesser tangential 5–9  $\mu$ . Die Hoftüpfel sind kreisrund bis augenförmig mit schräggeneigter linsenförmiger schlitzförmiger Mündung.

*Holzparenchym:* Das Holzparenchym fehlt.

*Markstrahlen:* Die *Markstrahlen* sind 2 bis 24 Zellen hoch und 1 Zelle breit; die harzgangführenden Markstrahlen sind bis zu 4 Zellen breit. In den Kreuzungsfeldern stehen 1 bis 4 schmale, schräggeneigte Tüpfel. Die waagerechten und tangentialen Wände des Markstrahlenparenchyms sind dick und stark getüpfelt. Die Wände der Quertracheiden sind glatt. Die Quertracheiden stehen bisweilen zu zweit oder dritt übereinander. Die Hoftüpfel sind klein, Durchmesser 5–9  $\mu$ .

*Harzgänge:* Die senkrechten und waagerechten Harzgänge sind im Tangentialschnitt von 5–7 solcher Zellen umgeben. Der Durchmesser der senkrechten Harzgänge ist 55–70  $\mu$ , derjenige der waagerechten Harzgänge ist 18–30  $\mu$ .

Das Holz, dass auf Grund des Vorkommens waagerechter und senkrechter Harzgänge zur Familie der *Pinaceae* gerechnet werden darf, ist von den obengenannten Pinuxylonarten verschieden durch den Besitz dickwandiger Harzgangepithelzellen, von denen 5–7 Exemplare einen Harzgang einschliessen. Auf dieses Merkmal stützt sich die Zuordnung zu der Gattung *Piceoxylon*. Es gibt zwei *Piceoxylon*arten, die diesem Holz stark ähneln. Die eine Art, *P. lusaticum*, hat Quertracheiden mit stark nach aussen ausgebuchteten und zuweilen spiralg verdickten Wänden (KRÄUSEL 1949), LINGELSHEIM 1929 = *Protospiraxylon lusaticum*). Diese Merkmale kommen bei unserer Holzprobe nicht vor, ebensowenig wie bei der anderen Art, *Piceoxylon pseudotsugae*. Auf Grund weitgehender Übereinstimmung mit dieser Art kann das Holz dazu gerechnet werden. Wie der Name schon vermuten lässt, ist die Ähnlichkeit dieses Holzes mit dem von *Pseudotsuga menziesii* sehr gross; deswegen wurde die Bestimmung an Beschreibungen und Dünnschnitten dieser Art nachgeprüft und bestätigt.

*Pinaceae* sind schon lange aus der rheinischen Braunkohle bekannt. *Pinuxylon parryoides* wurde 1909 von GOTHAN beschrieben, und die neuerdings von WEYLAND und SCHÖNFELD (1958) beschriebene Art *Pinus marcoduriae* ist ebenfalls zu dieser Art zu stellen. *Pinuxylon zobelianum* und *Pinuxylon parryoides* gehören zu der Untergattung *Haploxylon*; *Pinuxylon taedioides* gehört zu der Untergattung *Diploxylon*. Die von MANTEN (1958b) gefundenen Pinuspollenkörner lassen sich ebenfalls in einen *Pinus-Haploxylon*-Typus und einen *Pinus-Diploxylon*-Typus trennen. Der gesammte Prozentsatz ist 5,4 %; der Prozentsatz des *Haploxylon*-Typus ist 4,5 %, der des *Diploxylon*-Typus 0,9 %. Dies

ist in guter Übereinstimmung mit unseren Funden, denn die *Haploxylon*-Arten sind viel stärker vertreten als die *Diploxylon*-Art (15 Funde in 12 Horizonten gegen 2 Funde in 2 Horizonten). Mantel fand ebenfalls Pseudotsugapollen.

*Pinaceae* wurden ferner im rheinischen Tertiär gefunden von GOTHAN (1909) (*Pinuxylon parryoides*), WEYLAND (1948) (*Pinus*), WEYLAND und SCHÖNFELD (1958) (*Pinus marcoduriae*), THIERGART (1958) (Pollen) und NEUY-STOLZ (1958) (Pollen). Die Pollenfunde von Thiergart und Neuy-Stolz umfassen sowohl Pinuspollen als Pseudotsugapollen. Der zu dieser letzten Gattung gerechnete Pollentypus wurde von Thiergart nur "relativ selten", dagegen von Neuy-Stolz "regelmässig" gefunden.

#### CUPRESSACEAE

*Cupressinoxylon* Goeppert 1850

***Cupressinoxylon gothani* Kräusel 1919**

#### BESCHREIBUNG DES HOLZES (Tafel 4)

*Zuwachszonen*: Diese sind oft unscharf, das Spätholz geht in das innenliegende und manchmal auch in das aussenliegende Frühholz allmählich über. Das Spätholz wird im Vergleich zum Frühholz nur in einer schmalen Schicht ausgebildet.

*Tracheiden*: Im Querschnitt sind diese eckig gegen einander abgeplattet.

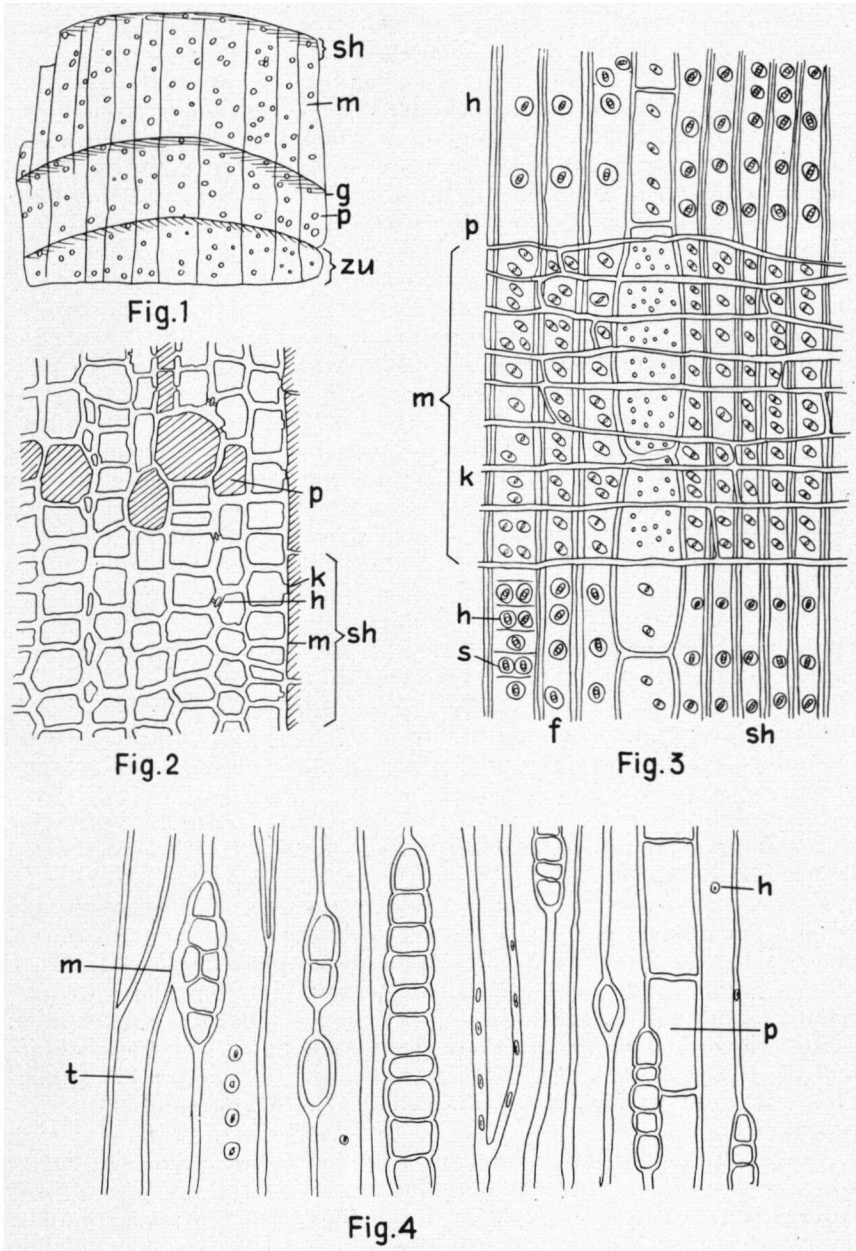
Masse der Tracheiden	radial	tangential	Wandstärke
Frühholz . . . . .	$\pm 40 \mu$	$\pm 40 \mu$	$\pm 7 \mu$
Spätholz . . . . .	$\pm 12 \mu$	$\pm 16 \mu$	$\pm 10 \mu$

*Hoftüpfel*: In den radialen Wänden der Tracheiden stehen viele Hoftüpfel, zuweilen begleitet von Sanio'schen Balken. In den tangentialen Wänden der Tracheiden kommen nur im Spätholz einige spärliche kleine Hoftüpfel vor. Durchmesser der radialen Hoftüpfel  $10-12 \mu$ , Durchmesser der tangentialen Hoftüpfel  $\pm 8 \mu$ .

*Parenchym*: Die Holzparenchymfasern sind breiter als die Tracheiden, Durchmesser  $30-50 \mu$ . Die Wände sind glatt und nur spärlich getüpfelt. Die Querwände sind glatt und dick. Die Zellen sind  $110-130 \mu$  hoch.

*Markstrahlen*: Diese sind bis 14 Zellen hoch und eine, bisweilen zwei Zellen breit. Die mittleren Zellen sind im Tangentialschnitt rund oder  $\pm$  abgeplattet bis liegend-oval. Die Höhe beträgt  $18-24 \mu$ , die Breite  $22-26 \mu$ . Die an den Enden stehenden Zellen sind schmaler und höher. Die Kreuzungsfeldtüpfel sind cupressoid, in den Kreuzungsfeldern der mittleren Zellen sind je zwei Tüpfel nebeneinander oder übereinander angeordnet. Durchmesser der Tüpfel  $6-8 \mu$ . Die Tangential- und die Horizontalwände sind schmal und glatt. Vertiefte Ansätze fehlen.

Auch von dieser Art liegt nur eine einzige Probe vor: ein schönes Stück Holz, von einem Stammfuss stammend, gefunden in der Grube



Tafel 4. *Cupressinoxylon gothani* Kräusel. Fig. 1, 2 Querschnitte; Fig. 1 topografische Skizze; Fig. 2 Detail; Fig. 3 Radialschnitt; Fig. 4 Tangentialschnitt.



“Anna” und aufbewahrt in der Sammlung des “Geologisch Museum van het Mijngebied”, Heerlen; es wurde wohlwollend zur Verfügung gestellt von Herrn Dr. S. J. Dijkstra.

Die folgende Merkmale finden sich kombiniert nur bei der Gattung *Cupressinoxylon*: Unscharfe Zuwachszonen, rein cupressoide Kreuzungsfeldtüpfel, dünne und glatte tangentielle Markstrahlparenchymwände, viel Holzparenchym mit dicken, glatten waagerechten Wänden. Unter den verschiedenen Arten dieser Gattung gleicht dieses Holz *C. gothani* am meisten, weshalb es zu dieser Art gestellt wird.

Nach KRÄUSELS Schlüssel (1949) ist die Anordnung und Form der Kreuzungsfeldtüpfel ein wichtiges Merkmal. Diese sind entweder eng bis schlitzförmig und steil-schräg oder breiter und mehr horizontal eingelagert. Obwohl die Mündung bei unsere Probe schlitzförmig ist, ist sie nicht immer steil gestellt. Darum wurden auch Arten wie *C. fietzii*, *C. hausruckianum* und *C. polonicum* in Betracht gezogen. *C. fietzii*, eine von FIETZ (1926) als *Cupressinoxylon* sp. beschriebene Art, wurde von KRÄUSEL (1949) unter diesem Namen in seine Arbeit aufgenommen. Dieses Holz unterscheidet sich von dem hier untersuchten Holz durch die zuweilen bei dieser Art vorkommende, ziemlich starke Tüpfelung in den tangentialen Tracheidenwänden (dieses wird von Kräusel nicht erwähnt). Das untersuchte Holz hat relativ sehr dünne Wände und eine selten vorkommende spärliche Tüpfelung.

*C. hausruckianum* HOFMANN 1937 hat in den radialen Tracheidenwänden sehr dicht gedrängte Hoftüpfel, und auch die Eingliederung des Holzparenchym in die Jahresringe ist verschieden.

*C. polonicum* KOSTYNIUK 1938 unterscheidet sich ebenfalls durch mehrere Merkmale: Die Anordnung der Kreuzungsfeldtüpfel nebeneinander und die stark getüpfelten Horizontalwände des Holzparenchym.

Beschränken wir uns auf die Arten mit einem steil schlitzförmigen Porus, dann gehört dieses zu Holz der von KRÄUSEL in 1919 beschriebenen Art *C. gothani*.

Zu der später von SCHÖNFELD (1956a) aus dem Oberoligozän von Böhlen bei Leipzig beschrieben Art *C. saxonicum*, die ebenfalls durch eine wechselnde Stellung der Kreuzungsfeldtüpfel charakterisiert ist, gibt es ebenfalls gewisse Unterschiede: Unser Holz hat glatte waagerechte Wände im Holzparenchym, viel kleinere Hoftüpfel und immer glatte Tangentialwände im Markstrahlparenchym, während Schönfeld bei *C. saxonicum* knotige Horizontalwände im Parenchym, grosse Hoftüpfel und knotige Tangentialwände im Markstrahlparenchym beschrieb.

Vergleicht man dieses Holz mit rezenten *Cupressaceae*, so besteht vor allem mit der afrikanischer Gattung *Widdringtonia* eine grosse Ähnlichkeit. Auch dieses Holz ist durch im Querschnitt abgeplattete Tracheiden charakterisiert, die Querwände des Holzparenchym und die horizontalen und tangentialen Wände des Markstrahlparenchym sind gleichfalls glatt. Diese letzteren Wände sind in dieser Gattung ebenfalls dünn. Ferner ist sie durch ziemlich reichliches Holzparenchym gekennzeichnet.

*Juniperoxydon* Houlbert 1910***Juniperoxydon pachyderma*** Kräusel 1949

## BESCHREIBUNG DES HOLZES (Tafel 5)

*Zuwachszonen:* Innerhalb der Zuwachszonen ist das Frühholz scharf von dem aussenliegenden Spätholz getrennt.

*Tracheiden:* Diese sind glattwandig.

Masse der Tracheiden	radial	tangential	Wandstärke
Frühholz . . . . .	26–40 $\mu$	15–22 $\mu$	$\pm 4 \mu$
Spätholz . . . . .	3– 8 $\mu$	9–20 $\mu$	$\pm 8 \mu$

*Hoftüpfel:* Diese stehen besonders in den radialen Wänden und nur vereinzelt in den tangentialen Wänden der Spätholztracheiden.

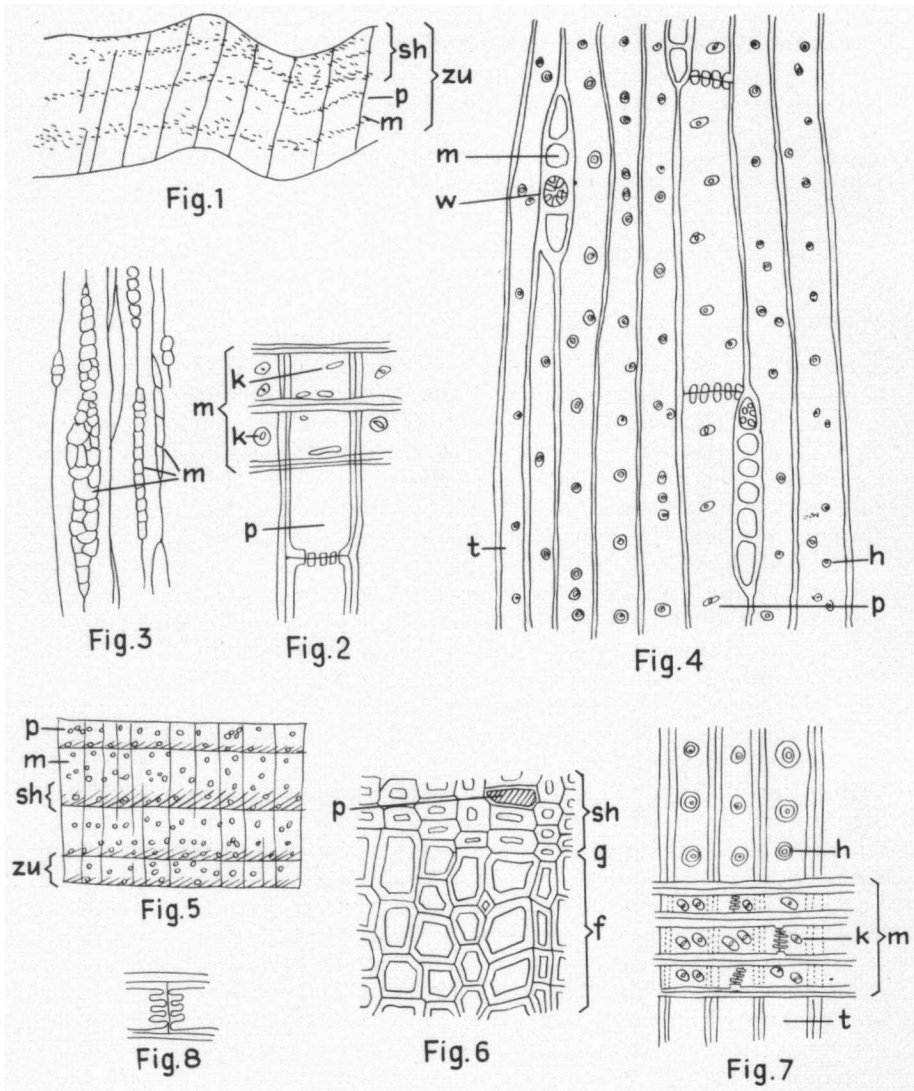
*Holzparenchym:* Das Holzparenchym bildet lockere tangentiale Zonen oder Bänder, sowohl im Frühholz als auch im Spätholz. Dazwischen treten spärliche zerstreute Parenchymfasern auf. Die Horizontalwände sind stark getüpfelt und dadurch knotig. In den Wänden stehen kleine Tüpfel, die den Kreuzungsfeldtüpfeln sehr ähnlich sind.

*Markstrahlen:* Diese sind von 1 bis 30 Zellen hoch, meistens 1 Zelle breit, aber in einer Probe wurden bis 3 Zellen breite Markstrahlen gefunden. Die Kreuzungsfeldtüpfel sind cupressoid, Durchmesser 6–8  $\mu$ . Die Horizontalwände sind zuweilen getüpfelt, die Tangentialwände sind sehr stark getüpfelt. Die Tüpfelung dieser Wände ist charakteristisch juniperoid. Quertracheiden fehlen.

Es lassen sich zwei Typen bei diesem Holz unterscheiden: Ein Typ mit wellig ausgebildeten breiten Zuwachszonen, deren Spätholz kräftig und breit entwickelt ist, während in einer Probe dieses Typus die Markstrahlen bis zu drei Zellen breit sind. Der andere Typ hat schmale, glatt verlaufende Zuwachszonen und nur verhältnismässig schmale Spätholzbänder. Die Markstrahlen sind niedriger und im Tangentialschnitt sind ihre Zellen breiter. Dieser Typ entspricht dem Wurzelholz, während jener dem Stamm- oder Astholz entspricht.

Viele Holzproben sind durch obenstehende Merkmale charakterisiert und gehören daher zu den *Cupressaceae*. Das fossile Holz, das alle hier genannte Merkmale zeigt, wird zu der Organgattung *Juniperoxydon* vereinigt, mit im Tertiär nur einer Art: *Juniperoxydon pachyderma*, zu dem alle ehemals beschriebenen tertiären *Juniperoxylo* gerechnet worden sind. Auch die 1924 von KRÄUSEL und SCHÖNFELD beschriebene Art, *J. silesiacum*, ist in die Synonymie mit aufgenommen. Da unser Holz mit den Beschreibungen von *Juniperoxydon pachyderma* aus der Literatur vollkommen übereinstimmt, kann es zu dieser Art gerechnet werden.

Das Bezeichnen einer rezenter Gattung, zu der das Holz gehört haben kann, muss mit grosser Vorsicht geschehen, denn mehrere Gattungen der *Cupressaceae* zeigen, zuweilen bei mehreren Arten, die erwähnten knotigen Tangentialwände der Markstrahlen. Auch ist die Variabilität innerhalb einer Art oder Gattung ein Faktor, der



Tafel 5. *Juniperoxylon pachyderma* Kräusel. Fig. 1-4 Stammholz; Fig. 1 Querschnitt, topografische Skizze; Fig. 2 Radialschnitt; Fig. 3 Tangentialschnitt, topografische Skizze; Fig. 4 Tangentialschnitt, Detail; Fig. 5-8 Wurzelholz; Fig. 5, 6 Querschnitte; Fig. 5 topografische Skizze; Fig. 6 Detail; Fig. 7 Radialschnitt; Fig. 8 Markstrahl tangentialwand mit juniperoider Tüpfelung.

eine genaue Feststellung der Verwandtschaft zuweilen sehr erschwert (BAILY und FAULL 1934).

Prüfen wir die xylotomische Verwandtschaft dieses Holzes mit rezenten *Cupressaceae*, so ergibt sich, dass *Cupressus p.p.*, *Libocedrus p.p.*, *Pilgerodendron*, *Juniperus* und *Arceuthos* Holz besitzen, das unserem Holz mehr oder weniger ähnelt. Von diesen hat nur *Juniperus* ebenso stark knotige tangentielle Wände im Markstrahlparenchym wie unsere fossile Probe (juniperoide Tüpfelung). Nur in dieser Gattung ist eine verwandte oder identische Art zu suchen. Aber bei keiner rezenten Art ist die Zahl, die Grösse und die Anordnung der Kreuzungsfeldtüpfel identisch mit den bei dem fossilen Holz beobachteten Verhältnissen. Hier können die grossen Tüpfel sowohl übereinander als nebeneinander vorkommen, was bei keiner lebenden Art der Fall ist. Die Arten *Juniperus virginiana* und *J. rigida* haben ebenso viele und ebenso grosse Tüpfel, aber sie stehen in den Kreuzungsfeldern immer neben einander. Die Arten *Juniperus communis*, *J. sabina*, *J. phoenicea*, *J. oxycedrus*, *J. contorta* und *J. tibetica* haben ebenfalls gleich grosse und gleich viele Tüpfel, aber hier kommen sie nur übereinander vor. Die fossile Art ist also holzanatomisch intermediär zwischen diesen beiden Artengruppen und nicht ohne weiteres mit einer heute noch lebenden Cupressaceenart gleich zu stellen.

Fossile *Cupressaceae* sind in vielen Gegenden Europas gefunden worden. Im rheinischen Tertiär wurde Cupressaceenpollen gefunden: in Niederländisch-Limburg (MANTEN 1958b), in Rott im Siebengebirge (THIERGART 1958), und im Hauptflöz (NEUY-STOLZ 1958). Dazu wurden Makrofossilien dieser Familie in Rott im Siebengebirge nachgewiesen (WEYLAND 1948). *Juniperoxylon pachyderma* kennen wir aus Schlesien (KRÄUSEL 1919), Sachsen (SCHÖNFELD 1929), Niederländisch-Limburg (KRÄUSEL und SCHÖNFELD 1924), Belgien (STOCKMANS 1934, zitiert aus KRÄUSEL 1949, Seite 124) und anderen Gegenden. *Cupressinoxylon gothani* wurde bisher nur in Schlesien gefunden (KRÄUSEL 1919).

## ANGIOSPERMAE

### MONOCOTYLEDONAE

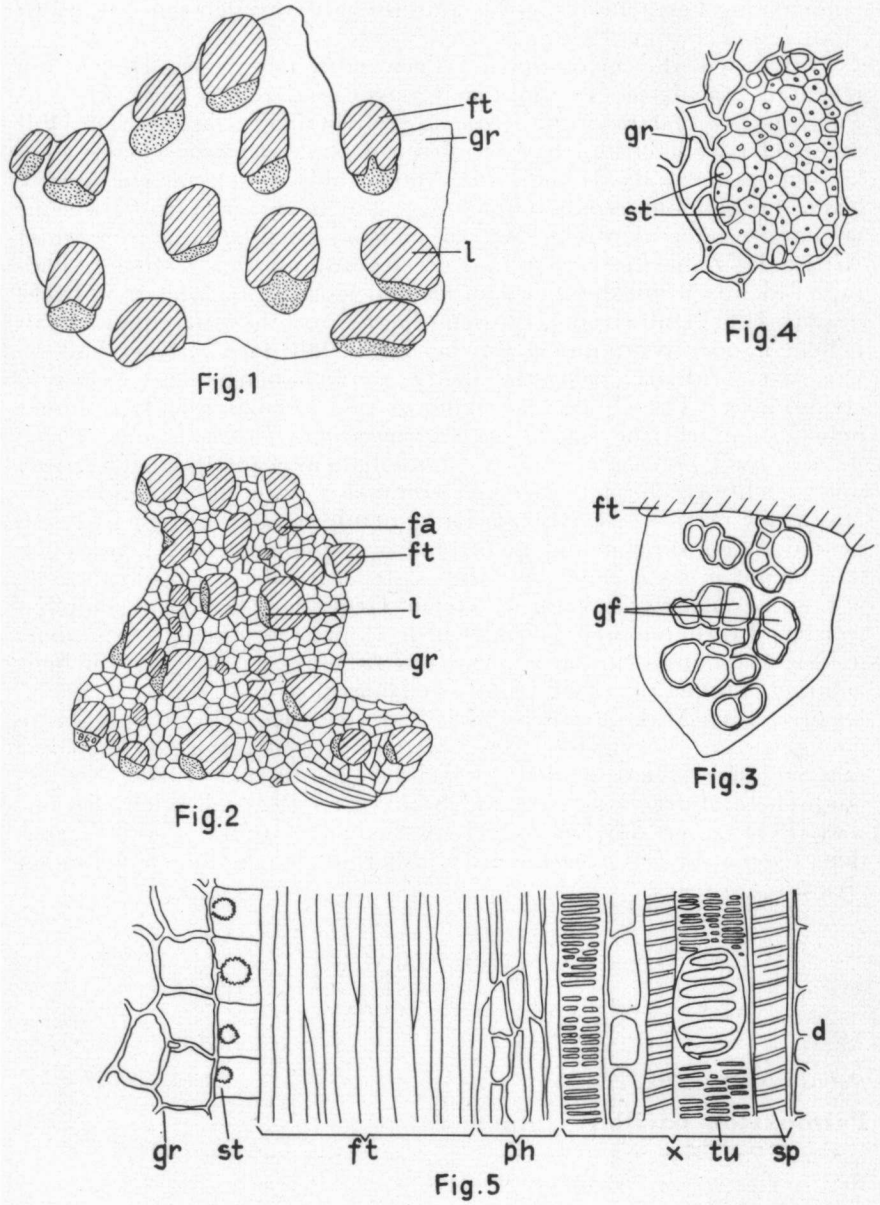
#### ARECACEAE

*Palmoxyton* Schenk 1882

***Palmoxyton bacillare*** Jurasky 1930

#### BESCHREIBUNG DES HOLZES (Tafel 6)

In der dermalen Zone stehen viele Faserleitbündel dicht beisammen, gemischt mit Faserbündeln. Das parenchymatische Grundgewebe ist isodiametrisch oder etwas gestreckt. In der subdermalen Zone, also mehr zentral, fehlen die Faserbündel und das Grundgewebe ist isodiametrisch und parenchymatisch. Die Faserbeläge der Faserleitbündel und die Faserbündel sind in diesen Zonen sehr dickwandig,



Tafel 6. *Palmoxydon bacillare* Jurasky. Fig. 1-4 Querschnitte; Fig. 1 topografische Skizze der subdermalen Schicht; Fig. 2 topografische Skizze der dermalen Schicht; Fig. 3 Leitfaserteil des Faserleitbündels; Fig. 4 Faserbündel; Fig. 5 Längsschnitt.

wie es bei den Palmen öfters vorkommt. Sie werden von Längsreihen starkwandiger Zellen begleitet, welche einen runden, stachelkugelartigen Innenraum zeigen. Dies sind die sogenannten Stegmata, eine in dieser Form für die Palmen sehr charakteristische Zellform. Die Leitbündel des Holzes können im Querschnitt nur vereinzelt beobachtet werden. Die Bastteile zeigen im Längsschnitt jedoch zuweilen Reste von Siebröhren und Begleitzellen. Im Querschnitt ergab der Holzteil nur hier und da ein klares Bild. Die grossen Gefässe sind nicht nach einem festen Muster angeordnet, wie sich auch aus die Figuren Juraskys entnehmen lässt. An Längsschnitten sind die schraubenförmig verdickten Tracheidenwände des Protoxylems ausgezeichnet zu beobachten. Andere Tracheiden und die Gefässwände sind so stark getüpfelt, das die leiterförmigen Tüpfel die Verdickungen unsichtbar machen. Die Perforationen der Querwände sind leiterförmig mit nur wenigen, starken Sprossen.

Von dieser Art wurden einige kleine Proben gefunden. Es handelt sich um einige Stammstücke der dermalen und subdermalen Zone. An einem dieser Stücke sind die Wurzelansätze noch erhalten. Diese Stücke sind stark vermodert und die Dünnschnitte waren schwer herzustellen. Die folgende Methode erwies sich am erfolgreichsten: Die Stücke wurden bis einige Stunden an der Luft getrocknet; dabei wurde die Probe, die während der Bearbeitung gewöhnlich in Wasser aufbewahrt wurde, handtrocken, wobei jedoch Eintrocknen verhütet wurde. Dann wurde eine Lösung von Zellulose in Azeton auf die Schnittebene gebracht und die nur wenig eingedrungene Lackschicht wurde zusammen mit dem Gewebe geschnitten. Die Dünnschnitte wurden weiter bearbeitet, wie im vorigen Abschnitt (Material und Methoden) angegeben ist. Die auf diese Weise hergestellten Schnitte zeigen, dass Holz- und Bastteil der Faserleitbündel mit Ausnahme weniger Fälle ganz oder zum grössten Teil vermodert, zerquetscht und verschwunden sind.

Vom Stamm sind das Grundgewebe und die Faserteile der Bündel immer oder meistens gut erhalten. Im mikroskopisch-anatomischen Bilde zeigt sich eine grosse Ähnlichkeit mit dem von Jurasky als *Palmoxylon bacillare* beschriebenen Rest, zu dem ich unsere Probe rechne.

Während in der rheinischen Braunkohle Überreste gefunden wurden, die zu zwei Gattungen gestellt wurden, nämlich *Sabal* und *Phoenix*, ergaben sich beim Vergleichen unserer Proben mit Dünnschnitten und Beschreibungen aus der Literatur von diesen Gattungen keine Anhaltspunkte für eine Zuordnung zu einer von ihnen.

Nach den Abbildungen KAULS (1960) ist *Sabal* gekennzeichnet durch zwei starkwandige weiltumige Gefässe im Metaxylem neben einigen bis vielen, viel engeren Tracheiden im Proto- und Metaxylem der Faserleitbündel in der zentralen Zone des Stammes. Dünnschnitte von *Sabal palmetto* bestätigen dies nicht nur für die zentrale Zone, sondern auch für die peripheren Zonen des Stammes. Dasselbe gilt für *Phoenix*.

Da unser Holz im Metaxylem mehrere Gefässe hat, die nur wenig

breiter als die Tracheiden des Proto- und Metaxylems sind, während ausserdem noch alle möglichen Übergänge im Durchmesser zwischen den engsten Tracheiden und den weitesten Gefässen vorkommen, ist dieses Holz also anatomisch nur schwer mit diesen Gattungen zu vergleichen.

Im amerikanischen Buschmoor und in den "hammocks" in Florida wächst neben *Sabal palmetto* auch eine andere sabaloide Palme, die ein Palmettgebüsch bildet und zu der monotypischen Gattung *Serenoa* (mit der Art *Serenoa repens*) gehört. Dünnschnitte des Stammes dieser Art zeigen ein Bild, das grosse Ähnlichkeit mit dem unserer Proben hat. Auch hier sind die Faserleitbündel durch zwei breitere Gefässe gekennzeichnet, wie es von TOMLINSON (1961) angegeben wurde, aber in vielen Faserleitbündeln, besonders denen der dermalen Schicht, ist ihre Zahl nicht zwei, sondern häufig eins, drei, vier oder fünf. Dabei sind die Gefässe nur wenig oder garnicht weiter als die Tracheiden. Im Querschnitt hat das Aussehen dieses Stammes viel Ähnlichkeit mit dem unserer fossilen Proben. Solche Faserleitbündel kommen auch bei *Phoenix* und *Sabal* vor, und auch dort ist ihr Prozentsatz in der dermalen Schicht immer grösser als im zentralen Teil des Stammes, aber Gefässe und Tracheiden sind hier immer leicht zu unterscheiden wegen ihres verschieden grossen Durchmessers.

Art	Schicht	Gesammtzahl der Faserleitbündel	Prozentsatz der Gefässe je Faserleitbündel		
			1	2	3-viele und undeutlich
<i>Phoenix dactylifera</i> . .	zentral	232	0 %	86 %	14 %
	peripher	317	3 %	78 %	19 %
<i>Sabal palmetto</i> . . . .	zentral	327	1 %	87 %	12 %
	peripher	68	0 %	66 %	34 %
<i>Serenoa repens</i> . . . .	zentral	89	1 %	73 %	26 %
	peripher	143	12 %	43 %	45 %

In der äussersten Zone des zentralen Zylinders, der dermalen Zone, direkt innerhalb der Cortex, kommen bei *Palmoxylon bacillare* neben Faserleitbündeln auch Faserbündel vor. Diese sind aber bei *Serenoa repens* an dieser Stelle nicht vorhanden. Aus diesem Grunde kann also dieses Holz nicht zu *Serenoa* gestellt werden und die systematische Stellung unseres Fossils bleibt unsicher.

Eine der fossilen Proben zeigt Wurzelansätze, genau wie diese von JURASKY (1930) beobachtet wurden. Dieses und die folgenden Merkmale weisen auf einen unterirdischen Stamme hin (eingeklammert die Verhältnisse bei aufrechten Stämmen): die sklerotische dermale Zone ist nur schwach entwickelt oder fehlt (dick), die Cortex ist stark entwickelt, bis 5 mm stark (sehr schmal) und die Gefässe des Metaxylems sind relativ eng (weit). Daraus kann man schliessen, dass

*Palmoxylon bacillare* von einem Palmettgebüsch mit kurzen, unterirdischen oder kriechenden Stämmen herrührt.

Die Palmen waren im Tertiär Europas weit verbreitet. Im rheinischen Tertiär wurden Pollenkörner von MANTEN (1958b), NEUY-STOLZ (1958) und WEYLAND (1958) gefunden. Makrofossilien fanden u.a. JURASKY (1930) (*Phoenix sp.*) und WEYLAND (1948) (*Sabal*).

Palmenhölzer fanden u.a. GOTHAN (1909) ("Baumfarne"), JURASKY (1930), und JONGMANS in den Niederlanden (1935).

Ausserdem fanden sich Palmenhölzer in der Niederlausitz (KIRCHHEIMER 1933), Sachsen (SCHÖNFELD 1929, 1956), Bayern (MÄGDEFRAU 1959), Österreich (HOFMANN 1944), und in der Provence in Frankreich (GRAMBAST 1957).

#### DICOTYLEDONAE

##### LAURACEAE

*Laurinoxylon* Felix 1883

***Laurinoxylon nectandrioides*** Kräusel et Schönfeld 1924

#### BESCHREIBUNG DES HOLZES (Tafel 7, 8)

*Zuwachszonen:* Die Zuwachszonen sind nur unter dem Mikroskop und auch dann nur schwer zu beobachten. Die Begrenzung wird von einigen radial  $\pm$  stark verkürzten, liegenden Markstrahlzellen und Holzfasern gebildet.

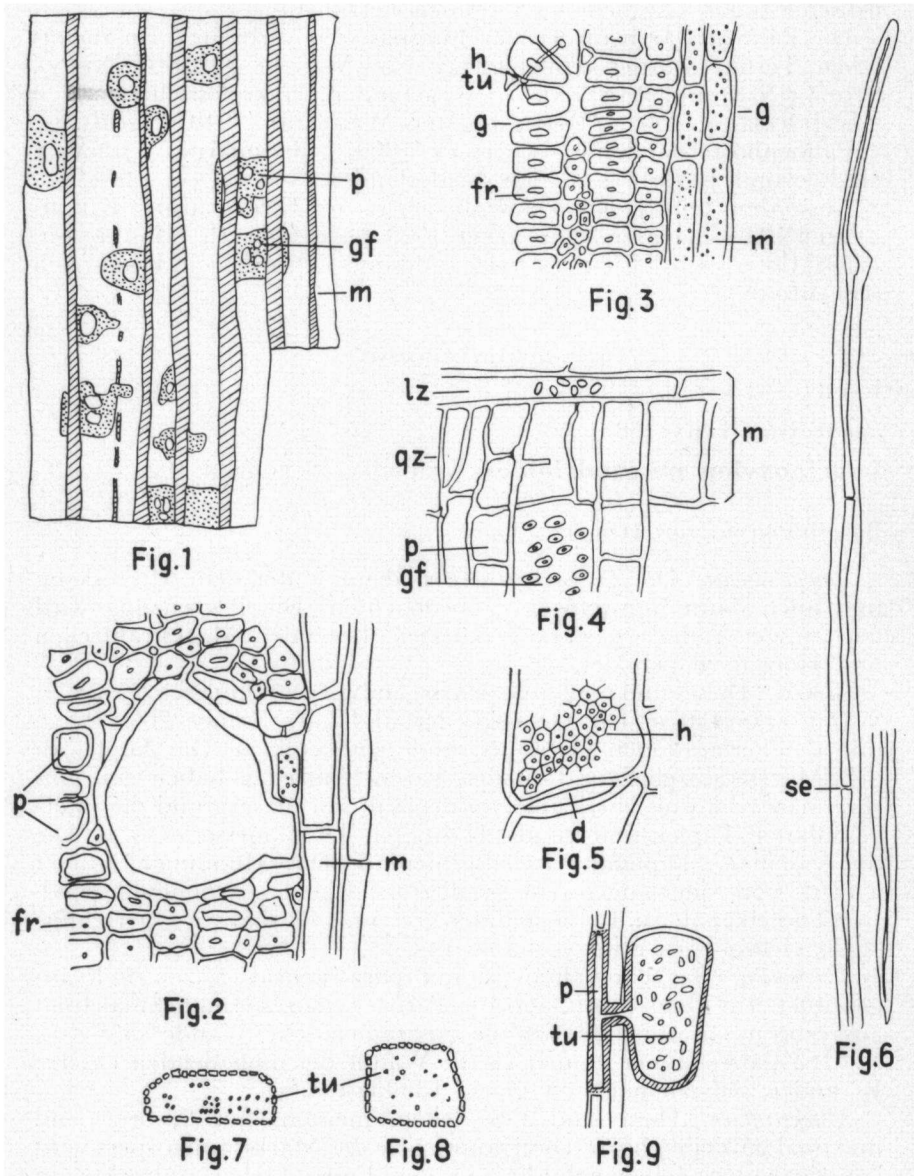
*Gefässe:* Diese sind eng und starkwandig, Durchmesser 25–70  $\mu$ , Wandstärke 4–6  $\mu$ . Die Gefässglieder sind kurz, Länge 200–300  $\mu$ , und die Perforationen der Querwände sind einfach. Die Tüpfel zu den Markstrahlzellen und zu den Parenchymzellen haben eine unregelmässige Form. Die Tüpfel zu den Librifasern und die intervaskulären Tüpfel sind runde Hoftüpfel, Durchmesser 6–7  $\mu$ . Die intervaskuläre Tüpfelung ist alternierend. Die Mündungen dieser Tüpfel sind quer- oder schlitzförmig bis zusammenfliessend. Die Tüpfelkanäle sind voneinander getrennt. Es sind im Querschnitt  $\pm$  10 Gefässe pro mm<sup>2</sup> vorhanden.

*Parenchym:* Das Parenchym ist nur paratracheal-vasizentrisch angeordnet. Im Querschnitt sind die Parenchymkreise manchmal breit ausgezogen; zuweilen fliessen sie zusammen. Die Wände sind dick (6–10  $\mu$ ), aber immer dünner als die Wände der umgebenden Fasern. Es finden sich ziemlich oft grosse Idioblasten.

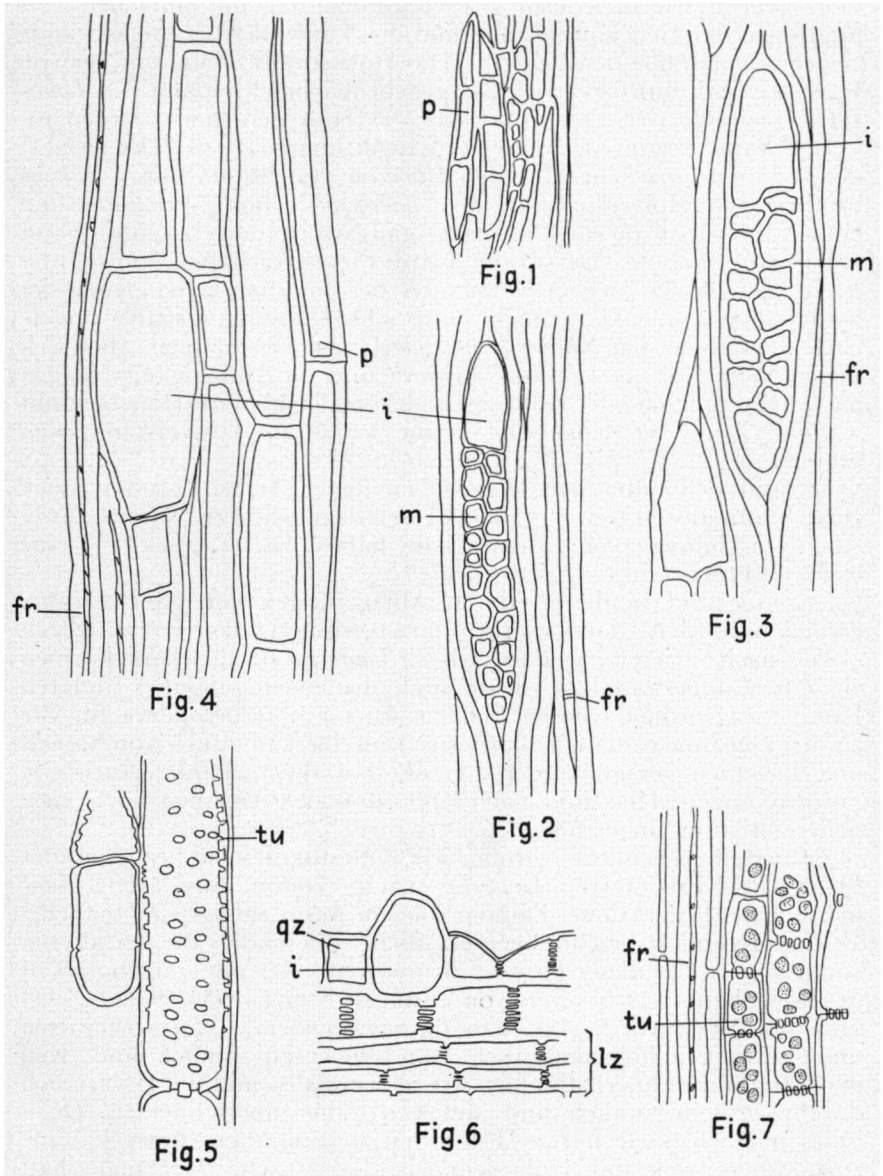
*Markstrahlen:* Diese sind 1–3 Zellen, meistens nur 2, breit und maximal 25 Zellen hoch. Die Hauptmasse des Markstrahlkörpers wird von liegenden Zellen gebildet; an den Enden stehen aufrechte, in einer Reihe angeordnete Zellen. In dieser Reihe aufrechter Zellen sind einige, manchmal viele Idioblasten eingefügt. Die Zellen sind dickwandig mit vielen kleinen gegenseitigen Tüpfeln.

*Fasern:* Die Fasern bilden die Hauptmasse des Holzes. Sie sind sehr dickwandig und englumig (Wanddicke  $\pm$  10  $\mu$ ). Die gegenseitigen Tüpfel sind einfach. Einige Fasern sind septiert.





Tafel 7. *Laurinoxylon nectandrioides* Kräusel et Schönfeld. Fig. 1-3 Querschnitte; Fig. 1 topografische Skizze; Fig. 2 Gefäss; Fig. 3 Detail; Fig. 4 Radialschnitt; Fig. 5 Radialschnitt; Fig. 6-8 Mazerationspräparate; Fig. 6 Faser; Fig. 7 liegende Markstrahlzelle; Fig. 8 quadratische Markstrahlzelle; Fig. 9 Tangentialschnitt.



Tafel 8. *Laurinoxylon nectandrioides* Kräusel et Schönfeld. Fig. 1-3 Tangential-schnitte; Fig. 1 Holzparenchymfasern; Fig. 2 Markstrahl; Fig. 3 Markstrahl; Fig. 4-7 Radialschnitte; Fig. 4 Idioblast; Fig. 5 Holzparenchym; Fig. 6 Markstrahl; Fig. 7 Holzparenchym.

Von dieser Art liegen viele Holzproben vor. Dieses sehr massive Holz gehört, wie die vielen grossen Idioblasten, die einfachen Perforationen der Gefässquerwände und die Tüpfelung der Gefässwände zeigen, zur Familie der *Lauraceae*. Das Holz stimmt völlig mit der von KRÄUSEL und SCHÖNFELD (1924) gegebenen Beschreibung von *Laurinoxylon nectandrioides* überein, zu der das Holz gerechnet worden ist.

Der Name *Laurinoxylon* dieser Organgattung geht auf Felix zurück, der 1883 eine von Unger zu den *Ulmaceae* gestellte und als *Ulmium* beschriebene Holzart als zu den *Lauraceae* gehörig erkannte und dementsprechend in einer neuen Organgattung unterbrachte, die er *Laurinoxylon* nannte. Der Name wird hier beibehalten, obwohl er streng genommen den Anweisungen des internationalen<sup>1</sup> Kode der botanischen Nomenklatur nicht entspricht. Die Organgattung müsste nach dem Kode den Namen *Ulmium* Unger 1842 tragen, aber weil dieser Name auf die *Ulmaceae* hinweist und die Holzorgangattungen nach den Familien oder Gattungen mit vergleichbarem Holz benannt werden, kann der Ungersche Name leicht zu Missverständnissen führen.

Es fand sich unter den Holzproben dieser Art ein grosses Stück eines Stammfusses von 1 m Länge; der dazugehörige Stamm dürfte einen Durchmesser von 45 cm gehabt haben. Dieses Stück trug eine kleine Brettwurzel.

*Lauraceae* sind in den tertiären Ablagerungen von ganz Europa gefunden worden; doch sei hier daran erinnert, dass KIRCHHEIMER (1957) nachgewiesen hat, dass viele als *Lauraceae* beschriebene Formen eigentlich unbestimmbare Reste sind, die ebensogut einer anderen Familie zugeordnet werden können. Dies gilt insbesondere für die zu den *Lauraceae* gestellten Blattreste. Dasselbe kann auch von Samen und Früchten gesagt werden, sei es, dass diese charakteristischere Formen zeigen. Hier sind nach KIRCHHEIMER's Angaben noch viele sichere Bestimmungen möglich.

Zu derselben Schlussfolgerung, wie KIRCHHEIMER sie bezüglich der Blätter und Früchte der *Lauraceae* macht, kommt Süß (1957) hinsichtlich des Holzes dieser Familie. Diesem Autor zufolge sind manche, als Lauraceenholz beschriebene Fossilien — besonders die der älteren Autoren — nicht dieser Familie zuzuweisen, oder ihre Zugehörigkeit ist zweifelhaft. Aus Studien von MÜLLER-STOLL 1954, STERN 1954 und Süß 1957 geht hervor, dass die verschiedenen Lauraceen-arten und -gattungen holzanatomisch sehr schwer zu trennen sind, weil die Variabilität innerhalb einer Art sehr gross ist und die Hölzer sich durchwegs sehr ähnlich sind und sich daher überschneiden. Doch ist es möglich, viele fossile Hölzer mit Bestimmtheit dieser Familie zuzuordnen, weil das Holz sehr charakteristische Merkmale hat.

KRÄUSEL und SCHÖNFELD (1924) verglichen Holz dieses Typus bereits mit *Nectandra coriacea*. Nach ihren Angaben deckten sich die Hölzer in allen Einzelheiten. Hierbei sei darauf hingewiesen, dass diese Autoren, nach dem Vorbilde SCHUSTERS, die dickwandigen Fasern für ein Gattungsmerkmal von *Nectandra* hielten. Beim Vergleichen dieses Holzes mit einigen *Nectandra*-arten (*N. surinamensis*,

*N. pisi* und *N. coriacea*) konnte Verf. feststellen, dass nur *N. coriacea* dickwandige Fasern, die beiden ersteren Arten jedoch dünnwandige Fasern besitzen. Ferner sind die Fasern von *Nectandra coriacea* weniger dickwandig als die des fossilen Holzes. Weitere kleine Unterschiede bestehen in der Form, der Anzahl und der Wanddicke der Holzparenchymfasern, die weniger starkwandig sind als die Holzfasern.

Reste von *Lauraceae* sind an vielen Stellen gefunden worden, wenn auch die Bestimmungen nicht immer sicher sind. Folgende Stellen können für diese Familie genannt werden: Schlesien (KRÄUSEL 1919), Rott im Siebengebirge (WEYLAND 1948), Niederländisch-Limburg (JONGMANS 1935, Frucht, Blatt), Russland (SCHMALHAUSEN 1883), Ungarn (KEDVES 1960), Schlesien (MACKO 1957, 1959, SZAFER 1961) und noch viele andere Stellen in Deutschland und Österreich. Pollenanalytisch wurden in Niederländisch-Limburg keine *Lauraceae* nachgewiesen (MANTEN 1958b).

Lauraceenhölzer sind in den letzten Jahren in Deutschland (Süss 1957, 1958, Süss und MÄDEL 1958, SCHÖNFELD 1956, BERGER 1950), der Ägäis (BERGER 1953) und Japan (WATARI 1952) nachgewiesen worden.

Hieraus kann man schliessen, dass die *Lauraceae* in den heute gemässigten Gegenden der nördlichen Halbkugel im Tertiär und in der oberen Kreide eine grosse Verbreitung hatten.

#### HAMAMELIDACEAE

*Liquidambaroxylon* Felix 1884

***Liquidambaroxylon speciosum* Felix 1884**

#### BESCHREIBUNG DES HOLZES (Tafel 9)

*Zuwachszonen:* Diese sind infolge der schlechten Konservierung des Holzes nicht zu beobachten.

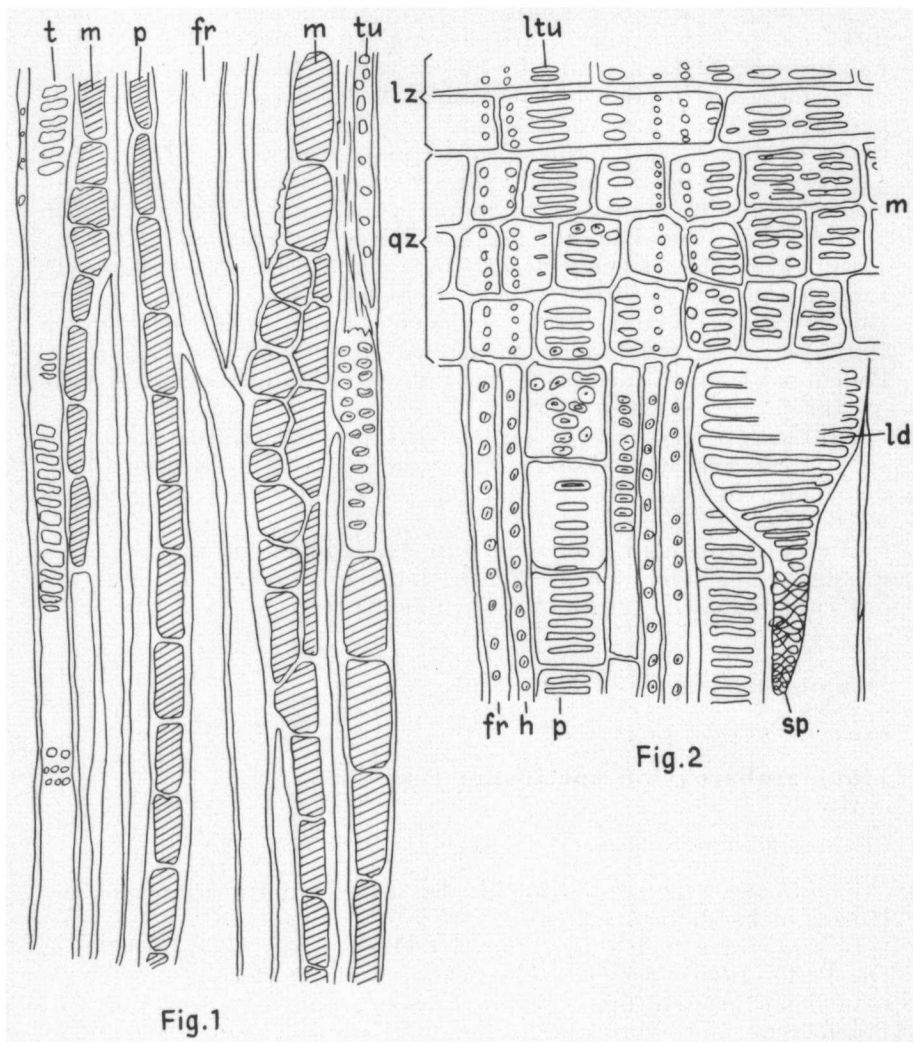
*Gefässe:* Diese stehen zerstreut; der Durchmesser beträgt 60–80  $\mu$ . Die Perforationen der Gefässquerwände sind leiterförmig, mit vielen schmalen Sprossen und breiten Zwischenräumen. Die Tüpfel zu Parenchym und Markstrahlen sind leiterförmig oder gegenüberstehend.

*Parenchym:* Das reichlich vorhandene Parenchym ist paratracheal und apotracheal zerstreut.

*Markstrahlen:* Diese sind 1–2 Zellen breit und bis zu 30 Zellen hoch. Sie bestehen aus einem zentralen Teil von liegenden Zellen und an den Enden gelegenen Reihen von bis zu 15 hohen, aufrechten Zellen.

*Fasern:* Diese haben viele deutlich ausgebildete Hoftüpfel in den radialen und tangentialen Wänden. Ihre Durchmesser ist 3–6  $\mu$ ; die Mündung ist schlitzförmig und schräggeneigt. Die Wanddicke ist 2–4  $\mu$ .

*Tracheiden:* Die Lumina der Tracheiden sind nur wenig enger als die der Gefässe. Die Tüpfelung ist der Gefässtüpfelung sehr ähnlich.



Tafel 9. *Liquidambaroxylon speciosum* Felix. Fig. 1 Tangentialschnitt; Fig. 2 Radialschnitt.

Typisch für die Proben dieses Holzes sind also die charakteristischen Tüpfel von den Gefäßen zum Parenchym und zu den Markstrahlen und die stark ausgeprägten Spiralen an den Enden der Gefäßglieder. Dazu kommen die leiterförmigen Perforationen mit schmalen und manchmal gegabelten Sprossen und weiten Zwischenräumen. Unser Holz ist in tangentialer Richtung zusammengepresst worden, so dass im Querschnitt nicht viel zu erkennen ist. Doch lässt sich noch beobachten, dass die Gefäße meist einzeln und zerstreut stehen.

Das mikroskopisch-anatomische Bild des Holzes besitzt grosse Ähnlichkeit mit dem von *Liquidambar styraciflua*. Diese Art hat ebenfalls viele einzelne, zerstreute Gefässe, eine gleiche Tüpfelung zwischen Gefässen einerseits und Parenchym und Markstrahlen andererseits. In diesem Holz findet man in einigen Proben gleichfalls die oben beschriebenen Spiralen an den Gefässgliedenden (bei Probe U 224, nicht aber bei Probe U 1). Die Fasern von *Liquidambar styraciflua* tragen ebenfalls gut ausgeprägte Hoftüpfel in den radialen und tangentialen Wänden. Auf Grund dieser weitgehenden Übereinstimmung wird das Holz der Gattung *Liquidambar* zugeordnet und kann zu der entsprechenden Organgattung gestellt werden.

Von *Liquidambar* sind vier fossile Hölzer gefunden worden. Diese sind *Liquidambaroxylon speciosum* (FELIX 1884), *Liquidambaroxylon lecoinctrae* (EDWARDS 1931, HOULBERT 1910) und zwei unter dem Namen *Liquidambar c.f. formosana* (WATARI 1952) und *Liquidambar cf. styraciflua* (PRAKASH und BARGHOORN 1961) beschriebene Hölzer.

Nach WATARI (1952) stimmt das mikroskopische Bild des Holzes der verschiedenen *Liquidambar*-Arten im Allgemeinen stark überein. So soll *Liquidambar formosana* sich von *Liquidambar styraciflua* nur durch eine etwas grössere Zahl von Tracheiden unterscheiden.

FELIX (1884) beobachtete, dass die Übereinstimmung zwischen seinem *Liquidambaroxylon speciosum* und *Liquidambar styraciflua* sehr gross ist. Auf Grund der völligen Übereinstimmung unseres Holzes mit der Beschreibung von *Liquidambaroxylon speciosum* haben wir das Holz zu dieser Art gerechnet.

Von *Liquidambar* ist im rheinischen Braunkohlenrevier nur eine Art gefunden worden: *Liquidambar europaea*. *Liquidambar*-pollen wurde gefunden in Niederländisch-Limburg (MANTEN 1958b), im Siebengebirge (THIERGART 1958) und im Hauptflöz (NEUY-STOLZ 1958). Makrofossilien sind gefunden worden in Rott im Siebengebirge (WEYLAND 1948), und in Düren (THOMSON 1958). Ausserhalb dieses Gebietes, aber innerhalb Europas wurde *Liquidambar* gefunden in Bayern (LUDWIG-MEYER 1956), Polen (ZABLOCKI 1928, MACKO 1957, SZAFER 1961), Ungarn (ANDREÁNSZKY und NOVAK 1957, ANDREÁNSZKY 1959, FELIX 1884) und Frankreich (HOULBERT 1910).

#### RUTACEAE

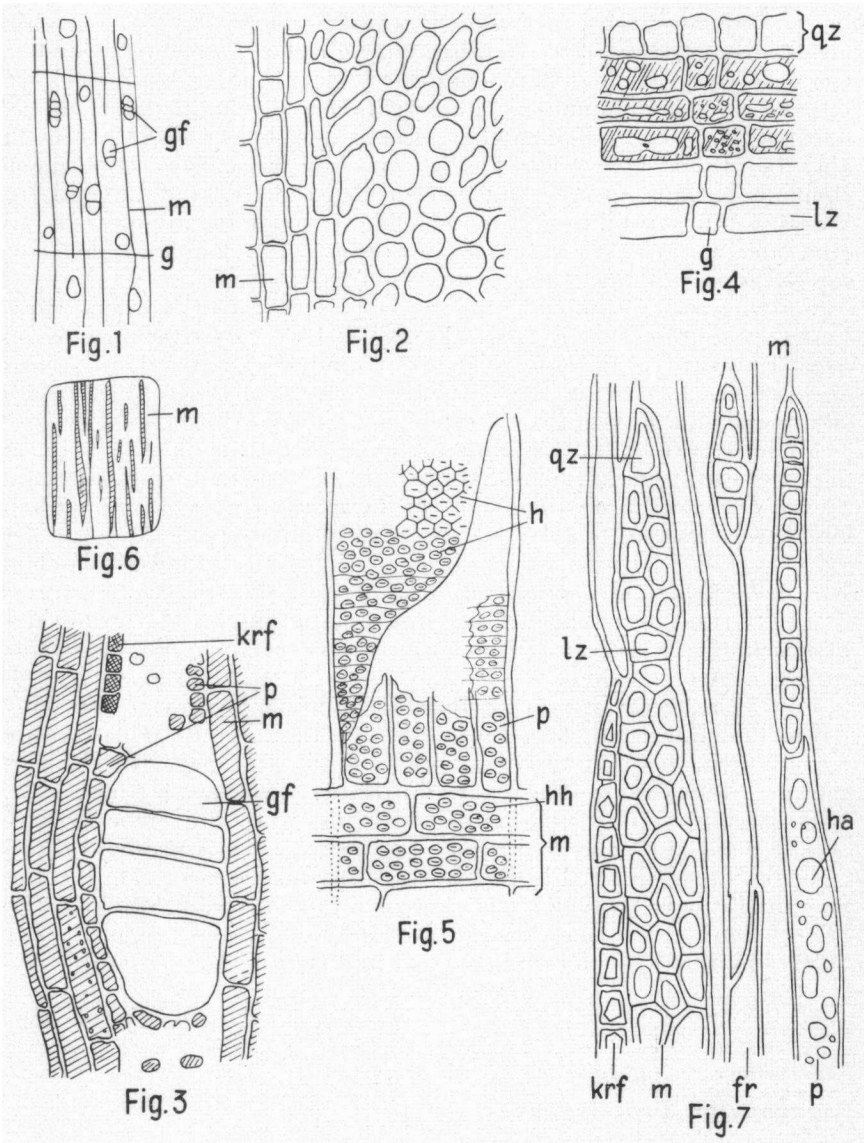
*Fagaroxylon* nov. gen.

***Fagaroxylon limburgense* nov. spec.**

#### BESCHREIBUNG DES HOLZES (Tafel 10)

**Zuwachszonen:** Diese sind bis 0,5 cm breit, die Begrenzung wird durch eine Reihe terminalen Parenchyms und durch radial verkürzte Markstrahlzellen gebildet.

**Gefässe:** Diese stehen einzeln oder in kleinen radialen Reihen beisammen, regelmässig über die Zuwachszonen zerstreut; sie sind überall gleich weit. Der Durchmesser beträgt 65–95  $\mu$ . Es liegen etwa 15



Tafel 10. *Fagaroxylon limburgense* van der Burgh. Fig. 1-3 Querschnitte; Fig. 1 topografische Skizze; Fig. 2 Markfleck; Fig. 3 Gefäßreihe; Fig. 4, 5 Radialschnitte; Fig. 4 Markstrahl; Fig. 5 Gefäß; Fig. 6, 7 Tangentialschnitte; Fig. 6 topografische Skizze; Fig. 7 Markstrahl.

Gefäße in einem mm<sup>2</sup>. Die Gefäße sind von einer dünnen, oft unterbrochenen Schicht von paratrachealem Holzparenchym und von Holzfasern umgeben. Die Gefäße liegen mit einer Seite den Markstrahlen an. Die Perforationen der Querwände sind einfach, die Querwand ist schiefgestellt; die Länge der Gefäßglieder zwischen zwei Perforationen beträgt etwa 200  $\mu$ . Die alternierenden intervaskularen Tüpfel stehen dicht gedrängt; oft sind die Tüpfel bienenwabenartig gegeneinander abgeplattet. Die Tüpfel zu Parenchym und Markstrahlen sind wie die intervaskularen Tüpfel gebaut. Durchmesser  $\pm 7 \mu$ .

*Holzparenchym:* Die Zahl der Zellen je Faser ist unbekannt; das Parenchym liegt sowohl paratracheal (einige Zellen an den Gefäßen) als auch apotracheal, in terminalen Bändern und zerstreut. An den Markstrahlen und zerstreut stehen viele Kristallzellfasern, jede Zelle enthält einen einzigen Kristall. Die Höhe der Zellen ist 20–24  $\mu$ , der radiale Durchmesser ist 14–16  $\mu$ , der tangentiale 15–17  $\mu$ . Die Fasern sind bis zu 35 Zellen hoch.

*Markstrahlen:* Es finden sich 10–15 Markstrahlen pro mm. Diese sind 1–4 Zellen breit und bis 35 Zellen hoch. Sie sind meistens nur aus liegenden Zellen zusammengesetzt, vereinzelt steht am Ende des Markstrahles nur eine Reihe quadratischer Zellen.

*Fasern:* Die Hauptmasse des Holzes wird von Fasern gebildet. Diese tragen Hoftüpfel in den radialen Wänden. Markflecke: Es finden sich in diesem Holz zahlreiche Markflecke. Die parenchymatischen Elemente des Holzes sind mit einer dunklen Substanz mit vielen bläschenartigen Hohlräumen angefüllt.

Dieses Holz hat seiner xyotomischen Struktur nach grosse Ähnlichkeit mit dem Holz von *Fagara* und *Zanthoxylum*. In folgenden Merkmalen stimmen die Hölzer vollkommen überein. Gefäße einzeln oder in kleinen radialen Reihen, Kristallzellfasern zahlreich, Markstrahlen aus vielen liegenden und nur sehr wenig quadratischen Zellen gebildet, Fasern nur mit radialen Hoftüpfeln. Deswegen wird es in die Verwandtschaft dieser Gattungen eingereiht, und, da es nicht möglich ist, sie xyotomisch zu trennen, wird das Holz in einer Organgattung, deren Verwandtschaft sowohl *Zanthoxylum* als *Fagara* einschliesst, beschrieben: *Fagaroxylon*, dessen Diagnose lautet:

Rutaceenholz mit engen bis mittelweiten Gefäßen, die einzeln oder zu zweit oder zu dritt in radialen Reihen beisammen stehen, die Poren sind in der ganzen Zuwachszonen gleich weit. Die wechselständigen intervaskularen Hoftüpfel stehen dicht gedrängt und sind rund oder bienenwabenartig gegeneinander abgeplattet. Perforationen der Querwände einfach. Paratracheales Parenchym in nur einer dünnen Schicht an den Gefäßen. Apotracheales Parenchym von einem tangentialen terminalen Band an der Grenze der Zuwachszonen und von zerstreuten Fasern gebildet. Markstrahlen von ein bis vier oder mehr Zellen breit, Zellen liegend, an den Enden zuweilen eine Reihe quadratischer Zellen. Fasern mit vielen Tüpfeln in den Wänden.

Die heutige Verbreitung der Gattung *Fagara* ist pantropisch, die der Gattung *Zanthoxylum* die gemässigten Teile von Ostasien und



Nordamerika. Gewisse Autoren fassen die zwei Gattungen zusammen. Als Artname wird *limburgense* vorgeschlagen.

*Rutaceae* wurden an folgenden Stellen nachgewiesen: Bayern (SELMER 1958), Niederländisch-Limburg (MANTEN 1958b), im Hauptflöz der Niederrheinischen Braunkohle (NEUY-STOLZ 1958) und Rott im Siebengebirge (WEYLAND 1948).

#### CYRILLACEAE

*Cyrilloxylon* nov. gen.

***Cyrilloxylon europaeum*** nov. spec.

#### BESCHREIBUNG DES HOLZES (Tafel 11)

*Zuwachszonen*: Diese wurden nicht beobachtet.

*Gefässe*: Die Gefässe dieses zerstreutporigen Holzes sind eckig, eng, dünnwandig und stehen einzeln oder zu zweit nebeneinander. Wanddicke 2  $\mu$ . Die Perforationen sind leiterförmig mit 15–30 (40) dicht zusammenstehenden dünnen, zuweilen verzweigten Sprossen. Dicke der Sprossen 1,5  $\mu$ . Die Tüpfelung zu Markstrahlen und Holzparenchym ist leiterförmig oder gegenständig. Die Tüpfel stehen oft in länglichen bis ovalen Feldern zusammen. Durchmesser der Tüpfel (vertikal) 3  $\mu$ . Durchmesser der Gefässe 25–60  $\mu$ .

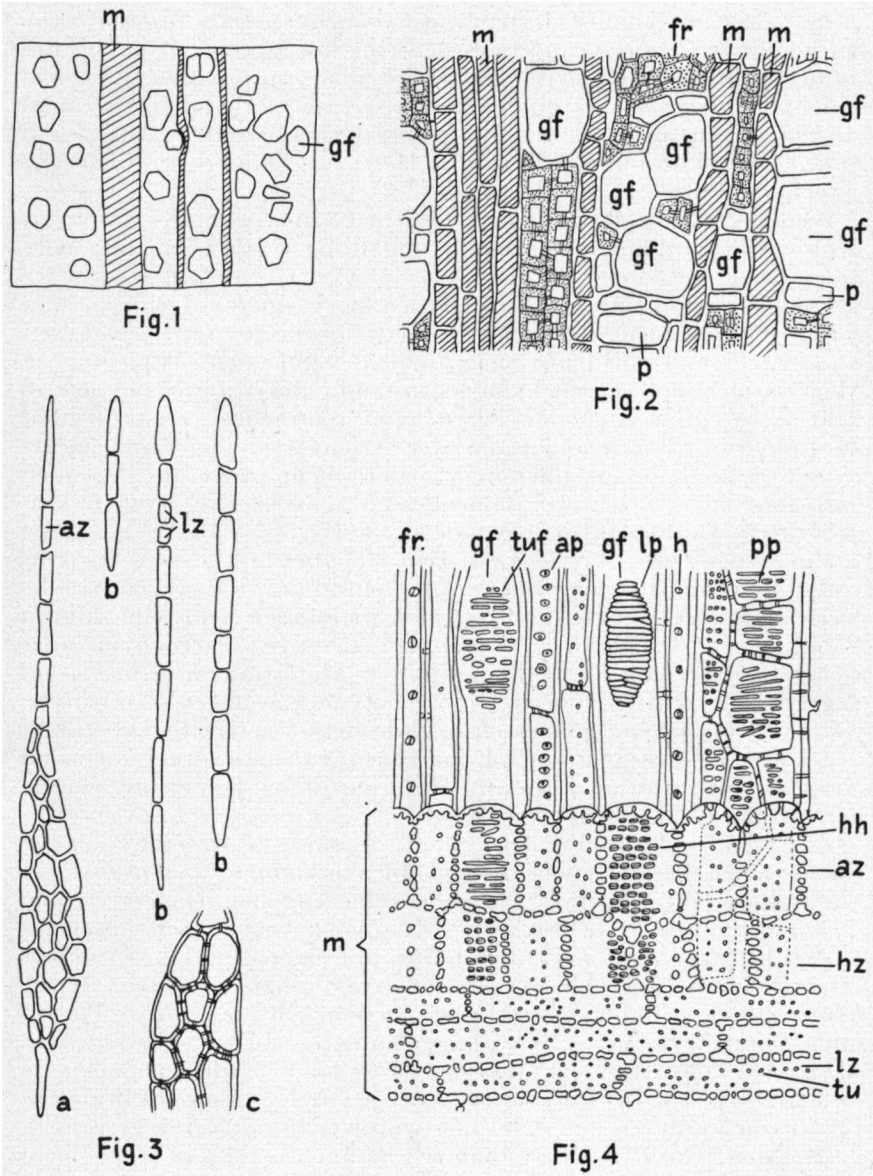
*Parenchym*: Das Holzparenchym ist reichlich vertreten; paratracheal stehen nur einige, die Gefässe begleitende Zellen, der grösste Teil steht apotracheal, zerstreut zwischen den Fasern.

*Markstrahlen*: Die Markstrahlen sind von zweierlei Art: a) eine Zellenreihe breite Markstrahlen, von aufrechten Zellen gebildet. Zuweilen kommen auch liegende Zellen dazu. Die maximale Höhe beträgt 12 Zellen, meistens wird eine Höhe von 5–8 Zellen erreicht. b) 2–5 Zellenreihen breite und bis zu 50 Zellen hohe Markstrahlen. Diese bestehen aus einem Zentralkörper liegender Zellen mit an den Enden einer 1–7 Zellenreihen hohen Spitze von aufrechten Zellen. Die Tüpfel zu den Gefässen sind rund und gegenständig bis leiterförmig. Die gegenständigen Tüpfel sind klein. Die Wände sind unregelmässig geformt und dick.

*Fasern*: Die Fasern tragen viele Hoftüpfel in den radialen und tangentialen Wänden. Die Hoftüpfel haben einen deutlich ausgebildeten Hof und eine schräggeneigte, schlitzförmige Mündung. Die Tüpfel zu den Gefässen ähneln den gegenseitigen Tüpfeln, die Wände sind ziemlich dünn. Wandstärke 4  $\mu$ ; Durchmesser der Hoftüpfel 4  $\mu$ .

Die Kombination folgender Merkmale: Kleine, gegenständige Tüpfel neben augenförmigen oder länglichen Tüpfelfeldern — deren Tüpfel schwanken von leiterförmig bis opponiert und rund — an gleichartigen Stellen, leiterförmige Perforationen der Gefässquerwände mit 15–30 (40) schmalen Sprossen, eckigen, einzeln stehenden, ausserordentlich dünnwandigen Gefässen und Markstrahlen mit liegenden und an den Enden aufrechten Zellen, wobei das reichlich vorhandene Parenchym zerstreut steht, findet man nur bei den *Cyrillaceae*.

Beim Vergleichen dieses Holzes mit der Beschreibung bei THOMAS



Tafel 11. *Cyrilloxylon europaeum* van der Burgh. Fig. 1, 2 Querschnitte; Fig. 1 topografische Skizze; Fig. 2 Detail; Fig. 3 Markstrahlen im Tangentialschnitt, a mehrreihiger Markstrahl; b einreihiger Markstrahl; c Detail eines mehrreihigen Markstrahles; Fig. 4 Radialschnitt.

(1960) und mit Dünnschnitten von *Cyrilla racemiflora*, *Cliftonia microphylla* und *Purdiaea cubensis* ergab sich eine hochgradige Übereinstimmung. Hier sind die Perforationen ebenfalls sprossenreich, es sind gleichfalls enge, eckige, dünnwandige Gefässe vorhanden, die meist einzeln stehen, mit gleicher Tüpfelung in den Wänden. Auf Grund dieser Übereinstimmung kann das Holz zur Familie der *Cyrrillaceae* gerechnet werden.

Weil noch keine Beschreibung fossilen Cyrillaceenholzes veröffentlicht wurde, wird hier eine neue Organgattung, *Cyrrilloxylon*, aufgestellt, deren Diagnose lautet:

Cyrrillaceenholz mit vielen engen, eckigen, meistens einzeln und zerstreut stehenden Gefässen mit leiterförmig perforierten Querwänden. Perforationen mit vielen schmalen Sprossen. Tüpfelung zu Markstrahlen und Parenchym gegenständig bis leiterförmig, oft in Feldern zusammenstehend. Parenchym apotracheal zerstreut und paratracheal. Markstrahlen in zwei Arten: einreihige und mehrreihige. Einreihige aus aufrechten Zellen, mehrreihige aus liegenden und aufrechten Zellen zusammengesetzt. Fasern mit deutlich ausgebildeten Tüpfeln in den Wänden.

Von den rezenten *Cyrrillaceae* ist kein Holz bekannt, dessen Struktur vollständig mit der des fossilen übereinstimmt. Deswegen ist die Verwandtschaft innerhalb dieser holzanatomisch sehr einförmigen Familie nicht festzustellen. *Cyrilla* hat ebensoviel Parenchym, aber weniger Reihen aufrechter Zellen in den Markstrahlen; *Cliftonia* hat dagegen ebensoviele von diesen Zellen, aber weniger Parenchym, während *Purdiaea* eine grössere Zahl Zwillingsporen hat. In Anbetracht der Tatsache, dass heute in Europa keine *Cyrrillaceae* vorkommen und dass dies der erste uns bekannte Holzfund dieser Familie ist, wurde der Artname "*europaeum*" gewählt.

Zur Zeit sind die Funde fossiler *Cyrrillaceae* in Europa auf das rheinische und ostbayerische Braunkohlenvorkommen beschränkt. In Südtlimburg fand MANTEN (1958b) Cyrillaceenpollen. Dort erreichten diese einen Prozentsatz von 11 %; das ist sehr viel für eine insektenblütige Pflanze. Mantens schloss aus diesem Ergebnis, dass die *Cyrrillaceae* einen Bestandteil der Moorvegetation gebildet haben müssen. NEUY-STOLZ (1958) berichtet sowohl über Kutikula- als auch über Pollenfunde, und WEYLAND (1934) fand Blätter von *Cyrilla* (zitiert nach MANTEN 1958b). LUDWIG-MEYER (1956) fand Cyrillaceenpollen im östlichen Bayern. In Amerika fand sich Cyrillaceenholz im Brandon-Lignit von Vermont, U.S.A. Früher wurde es zu *Betuloxylon* gerechnet, doch später wurde es als Cyrillaholz erkannt (SPACKMAN 1949, nicht veröffentlicht, die Angaben zitiert nach THOMAS 1960).

#### NYSSACEAE

*Nysoxylon* Mädler 1959

***Nysoxylon haanradense* nov. spec.**

Unter den Dicotylenhölzern mit leiterförmig perforierten Gefässquerwänden fand sich ein Stück, das auffallend schlecht erhalten war.

Es war in tangentialer Richtung stark zusammengepresst und so stark vermodert, dass sich keine guten Quer- oder Tangentialschnitte herstellen liessen. Doch gelang es, an diesen mangelhaften Schnitten einige Beobachtungen über den Bau der Markstrahlen und das Vorkommen der Gefässe anzustellen. Die Radialschnitte dagegen sind brauchbar und das Holz ist besonders leicht zu mazerieren.

#### BESCHREIBUNG DES HOLZES (Tafel 12)

*Zuwachszonen:* Infolge des schlechten Erhaltungszustandes des Holzes sind diese nicht zu beobachten.

*Gefässe:* Die Querwände sind leiterförmig perforiert, die Sprossen sind dick und sehr zahlreich. Ober- und unterhalb dieser Perforation stehen manchmal in den Querwänden einige bis viele Reihen von intervaskularen Hoftüpfeln. Diese Hoftüpfel stehen dicht gedrängt und sind gegenständig, rund bis quadratisch. Die Mündung ist  $\pm$  spaltförmig und quergestellt. Die Tüpfel zu Holzparenchym und Markstrahlen sind gleichförmig ausgebildet. Die intervaskularen Tüpfel in den tangentialen Wänden haben oft eine andere Form; sie sind breit ausgezogen (Leiterhottüpfel). Vereinzelt tritt dieser Typus unter den Tüpfeln zu Parenchym und Markstrahlen auf. Es gibt mannigfache Übergänge zwischen diesen beiden Formen von Tüpfeln.

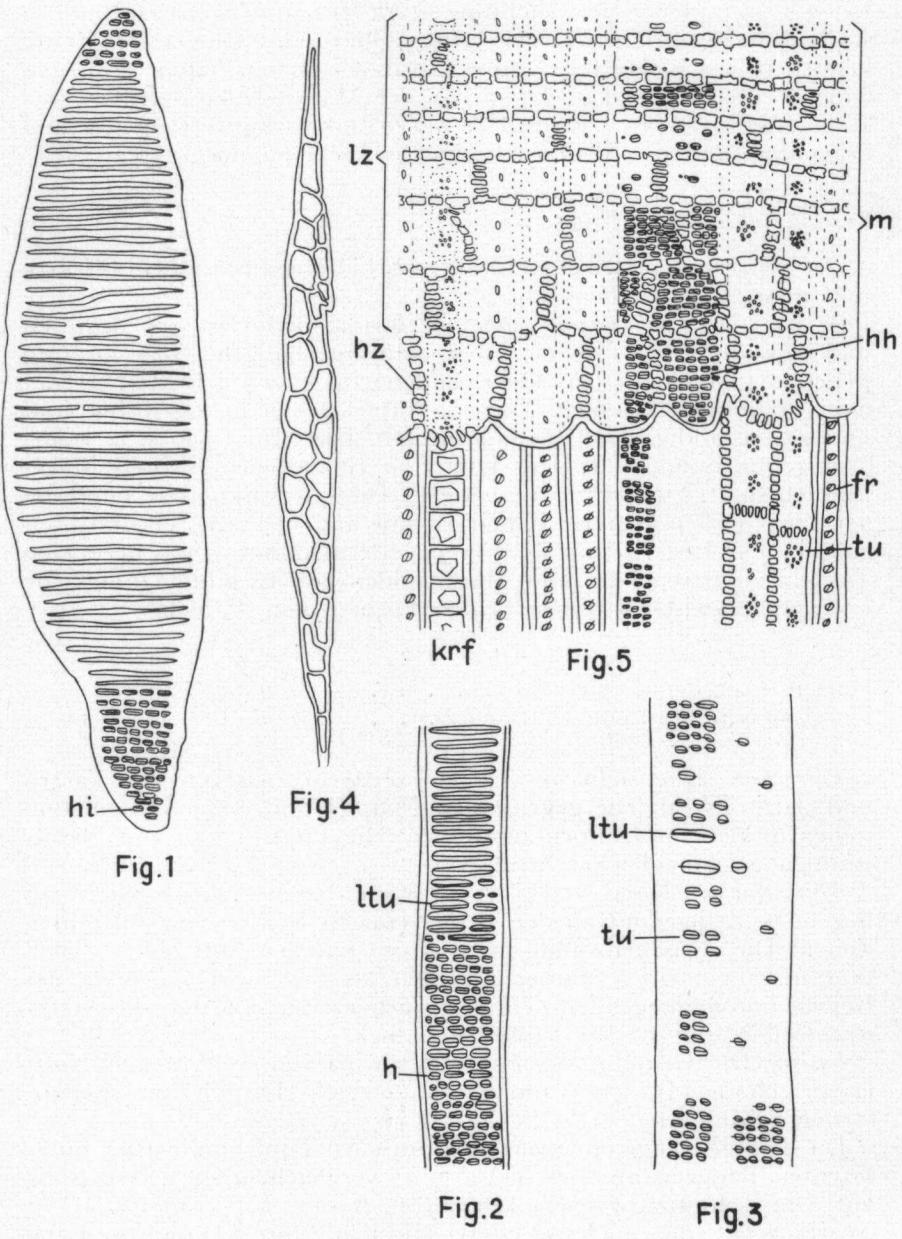
	vertikal	horizontal
Durchmesser der Tüpfel . . . . .	4 $\mu$	4-6 $\mu$
Durchmesser der Leiterhottüpfel . . . . .	4 $\mu$	25 $\mu$

*Parenchym:* Dies steht apotracheal zerstreut zwischen den Fasern und paratracheal. Die gegenseitigen Tüpfel sind einfach, klein und stehen in kleinen Gruppen zusammen. Die Tüpfelung zu den Markstrahlen ist von gleicher Struktur.

*Markstrahlen:* Diese sind 1-2 (3) Zellen breit und bestehen aus liegenden Zellen, mit an den Seiten einigen Reihen von aufrechten Zellen. Die Zwischenwände der Gefässe und der aufrechten Zellen sind im allgemeinen stärker getüpfelt als die Zwischenwände der Gefässe und der liegenden Zellen. Die gegenseitigen Wände der Markstrahlzellen sind stark getüpfelt und dick.

*Fasern:* Die Grundmasse des Holzes wird von weitlumigen Holzfasern gebildet. In den Wänden befinden sich Hoftüpfel mit spaltenförmiger Mündung.

Die dichtgedrängten, etwas quadratischen Tüpfel finden sich unter rezenten Pflanzen nur bei *Nyssa*. Eine vergleichende Untersuchung mit Dünnschnitten zweier Arten von *Nyssa*: *N. aquatica* und *N. sylvatica* zeigte, dass auch in weiterer Hinsicht grosse Übereinstimmung mit dem Holz dieser Gattung besteht. Doch gibt es einige kleine Unterschiede; so ist z.B. die Dicke der Sprossen der Perforationen grösser und das fossile Holz hat mehr Leiterhottüpfel. Ein weiterer Unterschied ist das Vorkommen von ziemlich langen Kristallfasern, die bei den rezenten *Nyssa*-arten nur ganz kurz sind. Doch sind diese



Tafel 12. *Nyssoxylon haanradense* van der Burgh. Fig. 1-3 Mazerationspräparate; Fig. 1 leiterförmige Perforation; Fig. 2 Tangentialwand eines Gefässes; Fig. 3 Radialwand eines Gefässes; Fig. 4 Markstrahl im Tangentialschnitt; Fig. 5 Radialschnitt.

Unterschiede immer quantitativ, ein Weniger oder Mehr, nicht qualitativ, ein Vorkommen oder Fehlen.

Im Ganzen ist dieses Holz dem der Gattung *Nyssa* sehr ähnlich und kann der entsprechende Organgattung zugeordnet werden. Es ist die von MÄDEL (1959) aufgestellte Gattung *Nyssonoxylon*.

Obwohl das Holz dem von *Nyssa sylvatica* am nächsten steht, bestehen doch gewisse Unterschiede (siehe oben). Zu der von Mädel beschriebenen Art *Nyssonoxylon japonicum* bestehen folgende Unterschiede: *N. japonicum* hat Thyllen in den Gefässen und schmale, bis zwei Zellen breite Markstrahlen und das Kristallparenchym fehlt, während unserem Holz die Thyllen fehlen und hier die Markstrahlen bis zu drei Zellen breit sein können. Ausserdem sind hier Kristallfasern und eine grössere Zahl von Leiterhoftüpfeln vorhanden. Die Unterschiede mit dem von PRAKASH und BARGHOORN (1961) als *Nyssa eydei* beschriebenen fossilen Holz aus Nordamerika sind folgende: die intervaskularen Tüpfel sind bei unserem Holz häufig leiterhoftüpfelartig ausgebildet und die Markstrahlen sind nur selten 3 Zellen breit, während die Tüpfel bei *N. eydei* nur vereinzelt leiterförmig sind und die Markstrahlen regelmässig eine Breite von 3 Zellen erreichen.

Da es hier um eine neue Art handelt wurde als Artnamen *haanradense* gewählt, weil die Grube, aus der das Holz stammt, in unmittelbarer Nähe des Dorfes Haanrade liegt.

*Nyssaceae* sind uns bereits aus vielen Funden im europäischen Tertiär bekannt. MANTEN (1958b) fand Nyssaceenpollen in Haanrade, NEUY-STOLZ (1958) im Hauptflöz und THIERGART (1958) im Dysodil von Rott im Siebengebirge. Makrofossilien dieser Familie wurden von WEYLAND (1948) in Rott im Siebengebirge gefunden; ferner fand THOMSON (1958) einige Samen in der Dürener Treibholzablagerung. Wie dieser Autor berichtet, kommen diese, als zu *Nyssa disseminata* gehörend beschriebenen Samen auch viel in der Liblarer Braunkohle vor. Die letztere Art soll mit *Nyssa sylvatica* am nächsten verwandt sein. Dies dürfte, wenn auch in geringerem Masse, ebenfalls für unser fossiles Holz gelten. Weiter gibt es Funde in Schlesien (MACKO 1957, Pollen) und Ost-Bayern (LUDWIG-MEYER 1956, Pollen).

Die heutige Verbreitung von *Nyssa* ist Ostasien und Nordamerika.

#### ERICACEAE

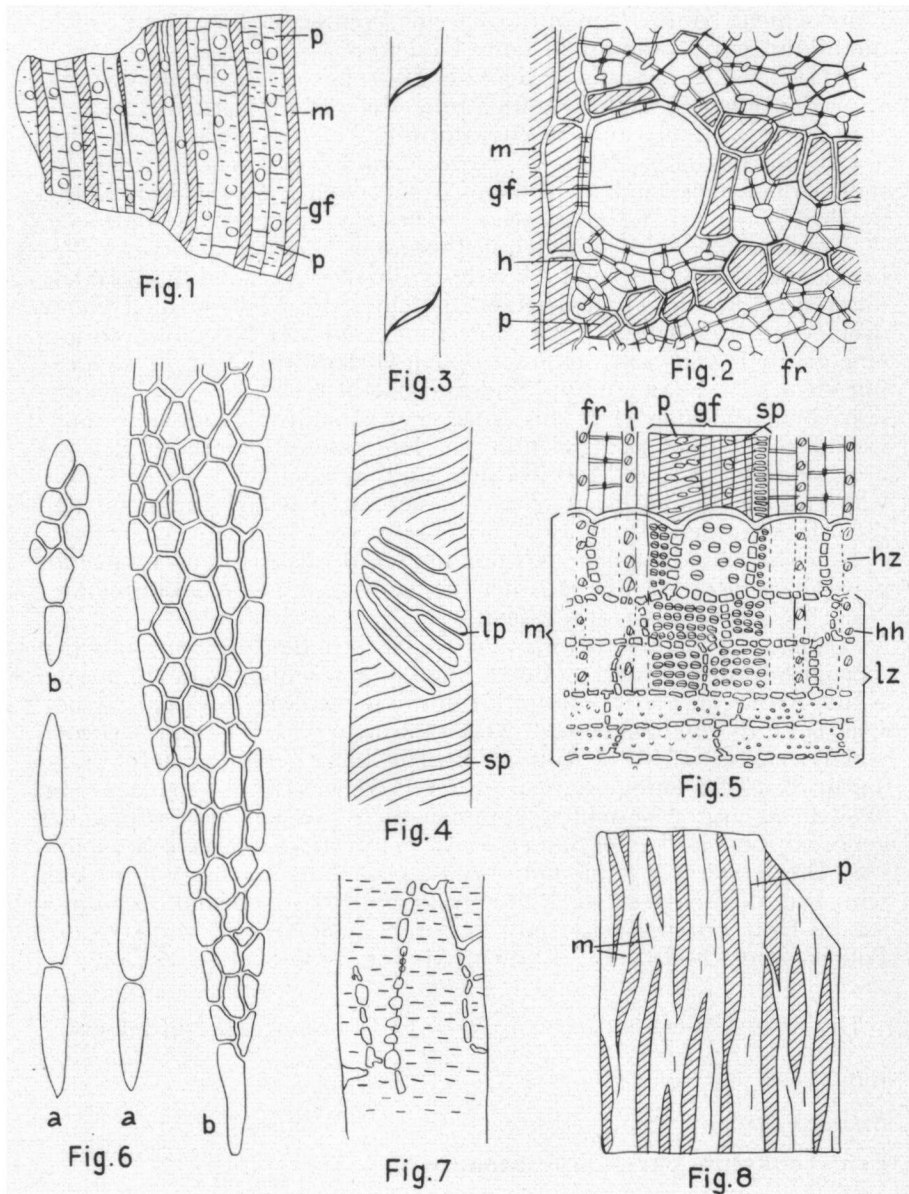
*Ericaceoxylon* nov. gen.

***Ericaceoxylon parenchymatosum* nov. spec.**

#### BESCHREIBUNG DES HOLZES (Tafel 13)

*Zuwachszonen*: Es finden sich keine Zuwachszonen in diesem Holz.

*Gefässe*: Die Gefässe sind englumig und dickwandig. Die Perforationen sind leiterförmig oder einfach. Intervaskuläre Tüpfel sind nicht zu beobachten, da die Gefässe einzeln stehen. Die Tüpfel zu Markstrahlen und Parenchym sind gegenständig, klein und kreisrund bis



Tafel 13. *Ericaceoxylon parenchymatosum* van der Burgh. Fig. 1, 2 Querschnitte; Fig. 1 topografische Skizze; Fig. 2 Detail; Fig. 3-5 Radialschnitte; Fig. 3 Gefäß mit einfacher Perforation; Fig. 4 Gefäß; Fig. 5 Markstrahl; Fig. 6-8 Tangential-schnitte; Fig. 6 Markstrahlen a einreihiger Markstrahl, b mehrreihiger Markstrahl, Fig. 7 Gefäß-Parenchym-Tüpfel; Fig. 8 topografische Skizze.

schlitzförmig. In den Gefässwänden einer Probe stehen viele Spiralen.

*Parenchym:* Das Parenchym ist ziemlich reich vertreten, paratracheal und apotracheal. Das paratracheale Parenchym besteht aus einigen die Gefässe begleitenden Zellen, während das apotracheale Parenchym in dünnen tangentialen Bändern und zerstreut vorkommt. Diese tangentialen Bänder sind in radialer Richtung nur eine Zelle breit; in tangentialer Richtung ist die maximale Länge gleich der Entfernung zwischen zwei mehrreihigen Markstrahlen.

*Markstrahlen:* a) Einreihige: 1–8 Zellen hoch. Sie werden ausschliesslich von aufrechten Zellen gebildet und bilden nur einen kleinen Teil der Markstrahlen. b) Mehrreihige: Diese sind bis 7 Zellen breit und bis zu 50 Zellen hoch, ausnahmsweise höher (etwa 100 Zellen). Diese Markstrahlen bestehen aus liegenden Zellen; nur an den Enden stehen 1–3 Reihen aufrechter Zellen. Die Hüllzellen sind etwas höher als die innenliegenden Markstrahlzellen. Die gegenseitigen Tüpfel sind klein und rund. Die Tüpfel zu den Fasern und Gefässen unterscheiden sich nicht (s. oben).

*Fasern:* Die Fasern sind starkwandig und mit vielen Hoftüpfeln mit ausgeprägtem Hof und schräggeneigter spaltförmiger Mündung versehen. Sie stehen in den tangentialen und radialen Wänden der Fasern und ebenfalls in den den Gefässen anliegenden Wänden.

Diese oben beschriebene Kombination von Merkmalen findet sich u. a. bei der Familie der *Ericaceae*. Im Allgemeinen kommt in Ericaceenholz wenig Parenchym vor, aber in einigen Gattungen haben manche Arten ziemlich viel Parenchym. Dort findet sich das Parenchym aber zerstreut und nicht in tangentialen Bändern. Darum kann das Holz nur bis zur Familie bestimmt werden, eine nähere Bestimmung ist nicht möglich.

Fossile Hölzer konnten bisher noch nicht mit grosser Wahrscheinlichkeit als Ericaceenholz bestimmt werden. Die nach den Angaben CASPARYS (1888) hierher gehörende *Erica sambiensis* wird von EDWARDS (1931) zu den *Dryoxyla*, d. h. zu den Hölzern von unbekannter oder unsicherer Zugehörigkeit gestellt, denn nach Edwards' Angaben ist das Holz ebenfalls mit den *Myrtaceae* verglichen worden. Nach Caspary soll dieses Holz grosse Ähnlichkeit mit dem von *Erica vagans* besitzen. Indessen bestehen zwischen unserem Holz und dem von Caspary gewisse Unterschiede: das Casparysche Holz hat Jahresringe und ist mehr oder weniger kringporig; ferner werden die Perforationen der Gefässquerwände als "wahrscheinlich mit rundlichem Loch" beschrieben.

Da die Zugehörigkeit dieses Holzes zweifelhaft ist und es ausserdem als Art einer rezenten Gattung beschrieben wurde, wird für unser Holz mit einer Verweisung auf den Nomenklaturabschnitt eine neue Organgattung aufgestellt: *Ericaceoxylon*, deren Diagnose wie folgt lautet:

Ericaceenholz mit engen Gefässen, einfach oder einfach und leiterförmig perforierten Gefässquerwänden und zuweilen Spiralen in den Gefässwänden und den Faserwänden, rundlichen bis mehr oder weniger querlänglichen intervaskularen Tüpfeln; Tüpfel zu den



Markstrahlen kreisrund bis spaltförmig. Markstrahlen eine bis mehrere Zellen breit, Fasern mit zahlreichen Hoftüpfeln mit ausgeprägtem Hof in den Wänden.

Wegen des reichlichen Parenchyms wurde das Epitheton *specificum parenchymatosum* gewählt.

*Ericaceae* wurden von MANTEN (1958b) in der Haanrader Braunkohle nachgewiesen. Dieser Autor fand insgesamt 3,5 % Ericaceenpollen, verteilt über drei Arten. In Rott im Siebengebirge fand THIERGART (1958) ebenfalls Ericaceenpollen; WEYLAND (1948) fand dort Makrofossilien dieser Familie. Bei Düren wurden von THOMSON (1958) Kalmiasamen gesammelt und NEUY-STOLZ (1958) fand Ericaceenpollen im Hauptflöz. Ausserhalb der rheinischen Braunkohle fanden sich *Ericaceae* im Tertiär von Böhmen (RUDOLPH 1935), Schlesien (SZAFFER 1961) und Ost-Bayern (LUDWIG-MEYER 1956).

#### SYMPLOCACEAE

*Symplocoxylon* nov. gen.

***Symplocoxylon latiporosum*** (Kräusel et Schönfeld) nov. comb.

Basionym: *Cornoxydon latiporosum* KRÄUSEL et SCHÖNFELD 1924.

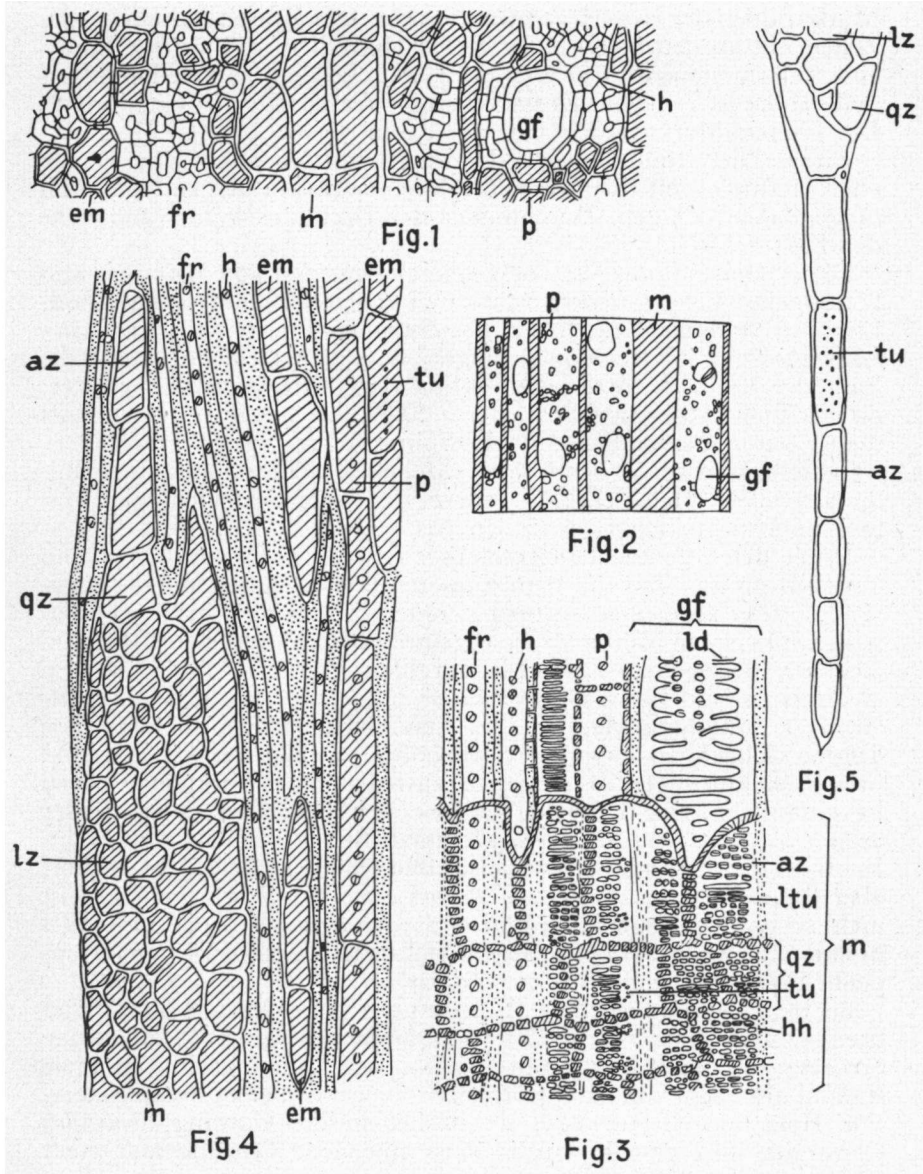
#### BESCHREIBUNG DES HOLZES (Tafel 14)

*Zuwachszonen*: Diese sind nur schwach ausgebildet, nur die Grenze wird von einigen radial verkürzten Tracheiden und Markstrahlzellen angegeben.

*Gefässe*: Die *Gefässe* stehen einzeln und zerstreut; sie sind öfters in tangentialer Richtung etwas enger als in radialer Richtung. Durchmesser 25–100  $\mu$ . Die Perforationen sind leiterförmig mit vielen Sprossen (bis zu 70), Breite der Sprossen: 2  $\mu$ . Unter- und oberhalb dieser Perforationen stehen in den Querwänden manchmal noch einige Treppenhof-tüpfel. Schraubenförmige Verdickungen wurden in den Gefässwänden nicht beobachtet. Die Tüpfel zum Holzparenchym und zu den Markstrahlen schwanken in der Form von rund und opponiert bis leiterförmig. Die Höfe dieser Tüpfel sind in der Mitte etwas enger als an den Enden. Die Mündungen sind spaltförmig, zuweilen etwas S-förmig gebogen. Durchmesser: vertikal 3  $\mu$ , horizontal 4–35  $\mu$ . Die Tüpfel zu den Fasern stehen in einer Reihe, sind kreisrund und besitzen eine schräggeneigte schlitzförmige Mündung.

*Holzparenchym*: Das apotracheale, zerstreut stehende Parenchym ist reichlich vorhanden; die Fasern erreichen eine Länge von 8 Zellen. Die Tüpfelung zu den Gefässen ist gegenständig bis leiterförmig.

*Markstrahlen*: Es gibt zweierlei Arten von Markstrahlen: Die erste, nur eine Zelle breite Art besteht nur aus aufrechten Zellen. Die maximale Höhe ist 9 Zellen. Selten treten Übergänge zur zweiten Art auf; dann sind einige liegende Zellen in den Markstrahlkörper eingeschaltet und die Markstrahlen sind an diesen Stellen breiter, bis zu zwei oder drei Zellen, und auch um einige Zellen höher. Die



Tafel 14. *Symplocoxylon latiporosum* (Kräusel et Schönfeld) van der Burgh  
 Fig. 1, 2 Querschnitte; Fig. 1 Detail; Fig. 2 topografische Skizze; Fig. 3 Radial-  
 schnitt; Fig. 4, 5 Tangentialschnitte; Fig. 4 Detail; Fig. 5 Markstrahlspitze.

Markstrahlen der zweiten Art werden von einer grossen Zahl liegender Zellen mit an den Seiten einer Reihe Hüllzellen und an den Enden eine Zelle breiten Reihen von aufrechten Zellen gebildet. Die maximale Höhe ist 7 Zellen. Es sind etwa 6 Markstrahlen in einem mm<sup>2</sup>. Die breiten Markstrahlen sind 1,5–2 mm hoch.

*Fasern*: Die Grundmasse des Holzes besteht aus Fasern. Sie tragen viele Hoftüpfel mit deutlich ausgebildetem Hof in den radialen und tangentialen Wänden. Durchmesser der Hoftüpfel 4  $\mu$ . Wandstärke der Fasern 5–8  $\mu$ .

Dieses Holz stimmt fast völlig überein mit den von KRÄUSEL und SCHÖNFELD (1924) gegebenen Beschreibungen der gleichfalls aus Süd-Limburg stammenden Hölzer *Cornoxyton latiporosum* und *Cornoxyton latiporosum*? Es bestehen nur einige kleine Unterschiede: so ist die Zahl der Sprossen in der Perforation der Gefässquerwand grösser: bis zu 70 (KRÄUSEL und SCHÖNFELD 10–25, bis zu 28). Auch die von diesen Autoren erwähnte schwache Spiralstreifung in den Tracheidenwänden wurde nicht beobachtet. Meines Erachtens sind diese Bildungen aber Artefakten. Da weitere Unterschiede fehlen, wird das hier untersuchte Holz zur selben Art gestellt.

Unter den rezenten Holzgewächser hat das Holz von *Cornus* und *Symplocos* grosse Ähnlichkeit mit unserer Probe. Diese einander xylotomisch sehr ähnlichen Gattungen unterscheiden sich in dieser Hinsicht nur in einem Merkmal: die gegenständigen Tüpfel in den Wänden zwischen Parenchym und Markstrahlen einerseits und Gefässen andererseits sind bei den *Symplocaceae* mit einer horizontalen, spaltförmiger Mündung versehen. In den Gefässwänden fliessen diese Tüpfel vielfach zu einem Treppentüpfel, mit weitem Hof und breiter, spaltförmiger Mündung, die zuweilen etwas S-förmig gebogen ist, zusammen. Der Tüpfelhof ist an den Enden öfters etwas breiter als in der Mitte. Diese letzteren Merkmale finden sich bei *Cornus* nicht. In diesem Holz kommen zusammenfliessende Tüpfel ebenfalls vor, aber ihr Prozentsatz ist kleiner als bei *Symplocos*. Auch die Form ist nicht so typisch ausgebildet, und es fliessen hier nur 2 oder 3 Tüpfel in einander, während bei *Symplocos* viel mehr Tüpfel zu einem Treppentüpfel zusammenfliessen können.

Bei dem hier untersuchten Holz sind die Treppentüpfel häufig und breit; es sind bis zu 5 kleine Tüpfel zusammengefügt. Auch die übrige Struktur der Tüpfel hat mit *Symplocos* viel Ähnlichkeit. Das Holz stammt also nicht von einer Cornacee sondern von einer Symplocacee. Für Holz von diesem Bau, das bisher in die Gattung *Cornoxyton* Conwentz 1882 gestellt wurde, muss eine neue Gattung aufgestellt werden, weil es höchstwahrscheinlich kein Cornaceen-, sondern Symplocaceenholz ist. Diese neue Gattung muss den Namen *Symplocoxyton* tragen. Die Diagnose lautet:

Symplocaceenholz mit einzelnen, zerstreut stehenden, engen, eckigen Gefässen. Perforationen der Querwände leiterförmig mit vielen Sprossen. Tüpfel zu den Markstrahlen und dem Parenchym gegenständig bis leiterförmig mit spaltförmigen, in letzterem Falle zuweilen S-förmig gebogenen Mündungen an der Gefässeite und einer bis

mehreren spaltförmigen Mündungen in dem parenchymatischen Gewebe. Parenchym apotracheal. Die breiten Markstrahlen aus liegenden und aufrechte Zellen, die schmalen nur aus aufrechten Zellen zusammengesetzt. Scheitelzellen können vorkommen. Fasern mit zahlreichen, gut ausgebildeten Hoftüpfeln in den radialen und tangentialen Wänden.

Die Art wird umbenannt: *Symplocoxylon latiporosum* (Kräusel und Schönfeld) van der Burgh nov. comb.

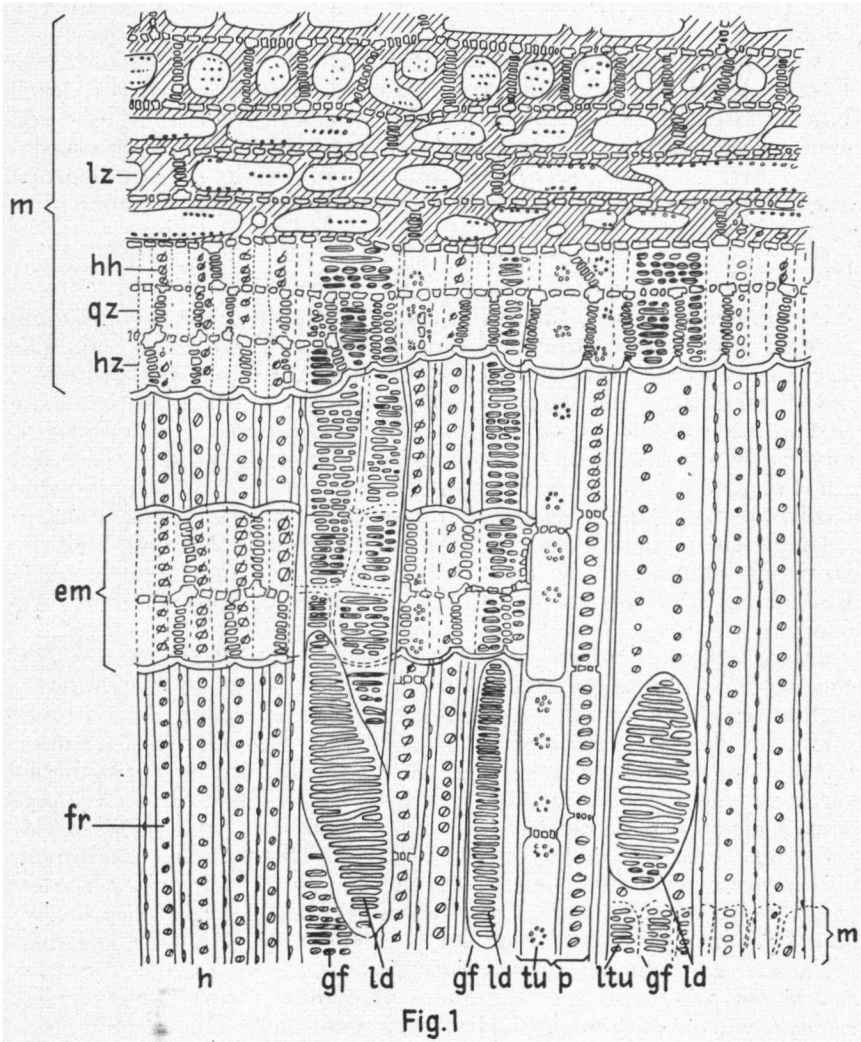


Fig. 1

Tafel 15. *Symplocoxylon latiporosum* (Kräusel et Schönfeld) van der Burgh.

Fig. 1 Radialschnitt.

Symplocaceae sind schon seit längerer Zeit aus dem europäischen Tertiär bekannt; die Zahl der Arten ist auffallend gross. THOMSON (1958) fand Samen von 4 Arten von *Symplocos* und dazu von *Pallipora*, einer ebenfalls zu den *Symplocaceae* gestellten Gattung. Auch WEYLAND (1948) fand Makrofossilien von dieser Familie in Rott im Siebengebirge. Pollenanalytisch wurden die *Symplocaceae* im Siebengebirge (THIERGART 1958), bei Haanrade (MANTEN 1958b) und im Hauptflöz (NEUY-STOLZ 1958) nachgewiesen. Ausserhalb des rheinischen Tertiärs wurden sie gefunden in Devonshire in England, (CHANDLER 1958), Schlesien (SZAFFER 1961) und Ost-Bayern (LUDWIG-MEYER 1956).

Von dieser heute zum grössten Teil auf die Tropen beschränkten Familie kommen auch viele Arten in tropischen Gebirgen vor. Nach KIRCHHEIMER's (1957) Angaben sollen sie dort bis zu eine Höhe von 4000 m vorkommen. Dieser Autor erwähnt auch, dass eine ostasiatische Art, *Symplocos crataegoides*, mit gutem Erfolg in Mitteleuropa angepflanzt wird, dort frostbeständig ist und keimfähige Samen gibt.

#### DISKUSSION

Die folgende Tabelle (Tabelle 1) gibt die Tiefe der Sammelhorizonte in dem Profil der Grube und die dort gefundenen Hölzer an. Die Tiefe ist von der Oberfläche des Braunkohlenflözes aus gemessen.

Die Häufigkeit der Hölzer innerhalb eines Horizontes hat keine Bedeutung, weil die Hölzer nur in einem beschränkten Teil der Schicht an der Wand des Profildurchschnittes gesammelt wurden. Dies hat zur Folge, dass alle gesammelten Hölzer einer Art innerhalb eines Horizontes von einem Baume stammen können. Das Vorkommen in verschiedenen Horizonten ist dagegen wohl von Bedeutung, weil die Horizonte mindestens 50 cm auseinander liegen und diese vertikale Entfernung eine verschiedene Herkunft der Holzproben einer Art gewährleistet.

Die häufigsten Hölzer dieser Ablagerung sind *Symplocoxylon latiporosum* und *Laurinoxylon nectandrioides*, die in 21 bzw. 16 der 25 untersuchten Horizonte gefunden wurden. Man kann daraus jedoch nicht schliessen, dass diese Hölzer auch in der Vegetation die dominierenden Bäume und Sträucher waren, weil das eine Holz leichter und schneller vermodert als das andere. Auf diese zwei Arten folgen in der Häufigkeit *Juniperoxylon pachyderma*, *Pinuxylon zobelianum* und *Ericaceoxylon parenchymatosum*, die in 10 bzw. 10 bzw. 7 Horizonten vorkommen. Nur an wenigen Fundstellen fanden sich die Hölzer *Pinuxylon parryoides* (5), *Pinuxylon taedioides* (2), *Palmoxyton bacillare* (2), *Fagaroxylon limburgense* (5) und *Cyrilloxylon europaeum* (4). Nur ganz vereinzelt kommen *Piceoxylon pseudotsugae*, *Liquidambaroxylon speciosum* und *Nysoxylon haanradense* vor (alle nur in einem Horizont). Von *Cupressinoxylon gothanii* wurde ein einziges Holzstück gefunden. Dieses Holz, das ebenfalls aus dieser Grube stammt und im Geologischen Bureau zu Heerlen aufbewahrt wird, gehört aber nicht zu den vom Verfasser selbst gemachten Sammlungen.

TABELLE 1

Tiefe in Metern	Horizont	<i>Pinuxylon parryoides</i>	<i>Pinuxylon zobelianum</i>	<i>Pinuxylon taediotides</i>	<i>Piceoxylon pseudotsugae</i>	<i>Cupressinoxylon gothani</i>	<i>Juniperoxylon pachyderma</i>	<i>Palmoxylon bacillare</i>	<i>Laurinoxylon nectandrioides</i>	<i>Liquidambaroxylon spectosum</i>	<i>Fagaroxylon limburgense</i>	<i>Cyrtilloxylon europaeum</i>	<i>Nysoxylon haanradense</i>	<i>Ericaceoxylon parenchymatosum</i>	<i>Symplocoxylon latiporosum</i>
1	25		x				x								x
1,50	24								x		x				x
2	23													x	x
3,50	22								x						x
4,30	21		x						x						x
5	20						x							x	x
6	19	x	x	x										x	x
7	18								x	x				x	x
8	17								x		x			x	x
9	16							x	x		x			x	x
9,50	15								x		x			x	x
10	14		x						x		x			x	x
11	13								x		x			x	x
11,60	12	x	x												x
12,30	11	x					x							x	x
13	10		x				x	x					x		x
14	9							x	x						x
15	8							x	x						x
16	7						x	x	x						x
16,50	6		x				x	x							x
17	5		x		x		x	x			x				x
17,50	4							x							x
18	3	x					x				x				x
18,50	2	x	x				x								x
19	1		x	x			x	x							x

Holzhorizont

Holzhorizont  
 Stammfuss von  
*Pinux. zobelianum*  
 Stammfuss von  
*Pinux. parryoides*

Die Braunkohle zu Haanrade zeichnet sich durch relativ viel Laubholz in grosser Artenzahl aus. Die Charakterhölzer sind *Symplocoxylon latiporosum* und *Laurinoxylon nectandrioides*. Diese Hölzer finden sich regelmässig bis zu einer Tiefe von 19 Metern unter der Oberfläche der Ablagerung. Dasselbe gilt für *Pinuxylon parryoides*, *Pinuxylon zobelianum*, *Fagaroxylon limburgense* und weniger für *Ericaceoxylon parenchymatosum*, das in den untersten 7 Metern nicht gefunden wurde, und *Juniperoxylon pachyderma*, das im unteren Teile des Profils häufig vertreten ist, im oberen Teile aber nur spärlich vorkommt. Von den übrigen Hölzern wurde zu wenig gefunden, als dass etwas über ihre Verbreitung im Profil ausgesagt werden könnte.

Angesichts dieser Tabelle ergibt sich die Frage, ob diese Hölzer nur einen einzigen Vegetationstypus vertreten, oder ob sie mangelhafte

Reste mehrerer Vegetationstypen darstellen, mit anderen Worten: Sind alle Hölzer an Ort und Stelle gewachsen, oder sind einige oder alle angeschwemmt?

Über die Vegetation zur Braunkohlenzeit hat man aus vielen Untersuchungen ein Bild gewonnen, das von TEICHMÜLLER (1958) folgendermassen zusammengefasst wurde:

In Analogie mit den rezenten amerikanischen subtropischen und gemässigt-subtropischen Sümpfen werden drei Haupttypen in der Vegetation unterschieden.

I LIMNISCHE PHASE: Das Riedmoor mit vielen *Gramineae*, *Cyperaceae* und *Juncaceae*. In kleinen Seen wachsen viele Wasserpflanzen und auf kleinen Erhöhungen kommt *Salix*- oder *Myrica*-gestrüpp vor.

II NYSSA-TAXODIUM-SUMPFWALD: Dichter Wald von *Nyssa* oder *Taxodium* ohne Unterholz auf fast ständig oder sehr oft überflutetem Boden. An offenen Stellen wachsen viele Kräuter und Lianen.

IIIa MYRICACEAE-CYRILLACEAE-BUSCHMOOR: der Boden wird weniger häufig überflutet, ist jedoch sehr sauer. Es kommen viele dikotyle Sträucher vor, wie *Magnoliaceae*, *Ericaceae*, *Cyrillaceae*, *Myricaceae*, *Sapotaceae*, *Symplocaceae*, *Loranthaceae*, *Vitaceae*, *Araliaceae*, ein einziger Baum: *Liquidambar* (*Hamamelidaceae*), und strauchförmige *Cupressaceae*.

IIIb DER SEQUOIEWALD mit *Sequoia*, *Pinus* und als Unterholz *Sabal*. Dies ist die Klimax der Vegetation, die auf völlig trockenem Boden wächst. Das Klima muss gemässigt bis subtropisch gewesen sein.

Pollenanalytisch konnte Mantén in Haanrade die nachstehenden, auf einander folgenden Phasen nachweisen.

I Diese Phase ist an dieser Stelle kaum vertreten. Es ist ein offenes, halb limnisches Moor, in dem häufig Pollen der umringenden Wälder abgelagert wurde und in dem nur wenig Gramineenpollen vorkommt. Man kann diese Phase mit dem Teichmüller'schen Riedmoor vergleichen.

II Diese Phase kommt nur in der untersten Stufe des Braunkohlenflözes vor. Sie enthält viele *Taxodiaceae-Cupressaceae* und *Nyssaceae*. Sie kann mit dem *Taxodium-Nyssa*-Sumpfwald bei Teichmüller verglichen werden.

III Eine Buschmoorvegetation, die mit dem *Myricaceae-Cyrillaceae*-Buschmoor von Teichmüller zu vergleichen ist. Diese Vegetation bildet die Hauptmasse der Haanrader Braunkohle und wird nicht durch einen Sequoiawald abgelöst.

Diese dritte Phase ist nach Teichmüllers Angaben durch *Cyrillaceae* und *Myricaceae* charakterisiert. Daneben kommen noch *Sapotaceae*, *Magnoliaceae*, *Hamamelidaceae* (*Liquidambar*), *Symplocaceae*, *Ericaceae*, *Cupressaceae* und viele Schlingpflanzen vor. Von krautigen Pflanzen finden sich angeblich viele Farne (*Osmundaceae*) und Gräser. Auch unsere Untersuchungen haben die Angaben von Mantén und Teichmüller bestätigt, indem einige für diese Vegetation charakteristische Pflanzen im ganzen Profil gefunden wurden.

In den subtropischen Mooren des südöstlichen Teiles der Vereinigten Staaten findet sich eine Vegetation, die zu diesem Bild Modell gestanden hat. Diese Moore tragen eine Gestrüpp- oder Baumdecke, in der drei Typen zu unterscheiden sind.

A Eine Buschmoorvegetation auf saurem Sand oder Torfboden, die an Stellen mit grossen Bodenwasser- und Sauerstoffextremen vorkommt. In der Regenperiode ist der Boden längere Zeit mit Wasser durchtränkt, wobei der Wasserspiegel bis an oder über die Oberfläche steigt; in der trockenen Zeit wird der Torfboden so trocken, dass er bei Waldbränden leicht in Brand gerät (WELLS 1942, Seite 542). Dieses Buschmoor ist durch eine *Ilex-Myrica-Cyrilla*-Vegetation gekennzeichnet. Neben diesen Gattungen dominieren *Arundinaria*, *Magnolia*, *Acer*, *Pieris*, *Liquidambar*, *Smilax*, *Osmunda*, *Sphagnum*, *Persea* und *Serenoa*. Ferner kommen Arten aus den Gattungen *Woodwardia*, *Andropogon*, *Amelanchier*, *Aronia*, *Cassandra*, *Clethra*, *Gordonia*, *Itea*, *Kalmia*, *Leucothoë*, *Nyssa*, *Pinus*, *Vaccinium*, *Lyonia* und *Zenobia* vor. Wenn sich eine Torflage gebildet hat, verschwindet *Myrica*, und auch *Magnolia* wird weniger häufig angetroffen. Wenn der Boden durch irgend eine Ursache feuchter wird, d.h. längere Zeit mit Wasser gesättigt, bekommt *Cyrilla* die Oberhand. Wird der Boden jedoch durch Drainieren u. dgl. trockener, so überwiegen *Ilex* und *Myrica*. Wie aus obiger Liste hervorgeht, kommen in diesem Buschmoor auch *Pinus* und *Nyssa* vor (WELLS 1928, 1942). In den Carolina Bays ist diese Vegetation durch *Cyrilla*, *Clethra*, *Pieris*, daneben *Persea*, *Acer* und *Chamaecyparis thuyoides* charakterisiert (BUELL 1939).

B Die andere, unter gleichen Umständen wachsende Vegetation besteht aus einem reinen Bestand von *Chamaecyparis thuyoides*. Sie bildet sich an Stellen, die durch Feuer völlig ihrer Pflanzendecke beraubt wurden. Ihre Klimax besteht aus Laubgewächsen; *Persea*, *Ilex* und *Cyrilla* sind hierin die Dominanten. Diese Vegetation hat einige Ähnlichkeit mit dem vorigen Typ (BUELL und GAIN 1943).

C Die dritte Baummoorvegetation wird von *Nyssa* und *Taxodium* gebildet. Das entstehen und die weitere Entwicklung dieser Vegetation ist durch grosse Wasserstandextreme bedingt, indem die Samen dieser Bäume nur in feuchtem, aber nicht überschwemmtem Boden keimen und die Bäume selbst auf fast alljährlich überflutetem Boden wachsen. Diese Vegetation ist die Pioniergesellschaft der kleineren und grösseren Sümpfe. Wenn der Boden trocken wird, kann sich ein Buschmoor entwickeln. Teichmüller hat diese *Nyssa-Taxodium*-Vegetation als zweite Phase der rheinischen Braunkohlenformation beschrieben.

Die dritte Phase wird mit dem amerikanischen *Ilex-Myrica-Cyrilla*-Buschmoor, also mit dem *Aquifoliaceae-Myricaceae-Cyrollaceae*-Buschmoor verglichen. Eine Divergenz besteht aber in der Anwesenheit der Gattung *Pinus*.

Nach Wells' Angaben kommt auch *Pinus* in diesem Buschmoor vor, und zwar in mehreren Arten. Teichmüller dagegen gab *Pinus* nicht für sein *Myricaceae-Cyrollaceae*-Buschmoor an, sondern als Mischbaum



des Sequoiawaldes. Unsere Ergebnisse sind mit dieser Ansicht im Widerspruch, denn es fanden sich zwei Pinusstüben von zwei verschiedenen Arten in aufrechter Lage in der Braunkohle. Es sind *Pinuxylon parryoides*, zusammen mit Proben von *Pinuxylon zobelianum* und *Symplocoxylon latiporosum* in Horizont 12, und *Pinuxylon zobelianum*, zusammen mit *Laurinoxylon nectandrioides*, *Ericaceoxylon parenchymatosum* und *Symplocoxylon latiporosum* in Horizont 14. Demzufolge kann man annehmen, dass auch in der rheinischen Braunkohle Pinusbäume im Buschmoor gestanden haben. Es herrscht also eine sehr weitgehende Übereinstimmung zwischen der amerikanischen *Ilex-Myrica-Cyrilla*-Buschmoorvegetation und dieser *Myricaceae-Cyrillaceae*-Vegetation der rheinischen Braunkohle.

Das regelmässige Vorkommen von *Fagara* oder *Zanthoxylum* ist nur durch die Annahme zu erklären, dass dieser Baum ebenfalls dort im Moor wuchs; auch heute kommen einige Arten in solchen Vegetationen vor, sei es auf weniger feuchtem Boden. Nimmt man Einschwemmung an, so muss man sich die Frage stellen, warum keine anderen, diesem Milieu fremden Arten gefunden wurden. *Pseudotsuga* liebt einen feuchten Boden und kann leicht in einer etwas trockeneren Periode in das Moor eingedrungen sein; dasselbe gilt für *Palmoxylon bacillare*, denn gegenwärtig wachsen an den trockeneren Stellen der amerikanischen Moore *Sabal*- und *Serenoa*-Palmen. Auch Einschwemmung unseres Palmenholzes ist nicht anzunehmen, da die Stämme sonst an anderen Stellen aus dem Boden gerissen und dann zwischen den dicht gedrängt stehenden Stämmen und Ästen des Gestrüpps hindurch an ihre Fundstelle gelangt sein müssten.

Auf Grund dieser Erwägungen ist anzunehmen, dass die Südlimburgische Braunkohle aus einer Vegetation entstanden ist, die der rezenten amerikanischen und tertiären rheinischen Buschmoore sehr ähnlich war und eine etwas trockenere Variante der rheinischen Vegetation darstellt. Die in dieser Ablagerung gefundenen Familien und Gattungen sind in der Gegenwart grösstenteils noch in Amerika und auch in Ostasien vertreten. Dies gilt für *Pinaceae* (*Pinus*, *Pseudotsuga*), *Cupressaceae* (*Juniperus*), Palmen, *Lauraceae*, *Hamamelidaceae* (*Liquidambar*), *Nyssaceae* (*Nyssa*), *Ericaceae*, *Symplocaceae* und *Rutaceae*. Nur die heute auf Amerika beschränkten *Cyrillaceae* bilden eine Ausnahme.

Hinsichtlich des Klimas kann man sich auf Grund der verschiedenen Untersuchungen folgendes Bild machen: gemässigt-subtropisch, also wärmer als heute in diesen Gegenden, mit sehr milden Wintern, weil *Lauraceae*, Palmen und *Symplocaceae* sonst kaum hätten vorkommen können. Da die Vegetation derjenigen der Moore des Südostens von Nordamerika so ähnlich ist, ist die Frage gerechtfertigt, ob auch das Klima, unter dem unsere Braunkohlenpflanzen wuchsen, nicht dem gegenwärtigen dieser amerikanischen Gegenden ähnlich gewesen sein kann. Wenn man dabei der Tatsache Rechnung trägt, dass die Vegetation stark von Klima und Bodenwasserstand beeinflusst wird, kann man schliessen, dass auch hier in der Braunkohlenzeit ein Klima mit längeren feuchten und trockenen Perioden geherrscht haben muss, in denen der Wasserstand grosse Extreme erreichte.

Auf die Frage, ob der ganze Braunkohlenkomplex von dieser Vegetation herrühren kann, sei hier geantwortet, dass nach WELLS Angaben (1942) die Vegetation in den Carolina Bays (kleine, torfgefüllte Senken im Gelände) einen Torf gebildet hat, der sich etwa einen Meter über die Oberfläche der Umgebung erhebt. Ferner sei darauf hingewiesen, dass nach den Angaben desselben Autors die heute in Carolina vorkommende Vegetation unter Einfluss des langsam aber ständig steigenden Meeresspiegels tiefere Moore mit einer Torfmächtigkeit bis zu etwa 10 Metern gebildet hat (WELLS 1942, S. 553). Damit wird der Teichmüllerschen Auffassung eine neue Dimension hinzugefügt, weil der Grundwasserspiegel an der Küste vom Meeresspiegel abhängig ist und die auf einander folgenden oder einander abwechselnden Vegetationstypen der Braunkohlenzeit sich nur infolge schnelleren oder langsameren Ansteigens des Meeresspiegels entwickelt haben können.

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Braunkohle der Grube "Anna" zu Haanrade in Niederländisch Limburg hat sich in einer den *Myricaceae-Cyrtaceae*-Buschmooren Teichmüllers sehr ähnlichen Buschmoorvegetation gebildet, die indessen eine trockenere Variante davon darstellt.

Die in dieser Grube gefundenen und beschriebenen Hölzer gehören zu 14 Arten, verteilt auf 12 Gattungen. Von diesen sind 6 Holzarten von *Koniferen*, eine von einer *Palme* und 8 von *Dikotyledonen*. Die führenden Hölzer dieser Ablagerung sind *Symplocoxylon latiporosum* und *Laurinoxylon nectandrioides*.

*Fagaroxylon Limburgense*, *Piceoxylon pseudotsugae* und *Palmoxyton bacillare* bilden ein von trockenem Boden stammendes Element.

Das Klima muss gemässigt-subtropisch mit längeren feuchten und trockenen Perioden gewesen sein, in denen die Höhe des Wasserstandes extreme Werte erreichte, wobei ein ständiges Ansteigen des Meeresspiegels die Entwicklung mächtiger Torfschichten begünstigte.

### ERKLÄRUNG DER BUCHSTABEN IN DEN FIGUREN.

ap: apotracheales Parenchym	lz: liegende Zelle
az: aufrechte Zelle	m: Markstrahl
d: Durchbohrung	p: Holzparenchym
e: Eipore	ph: Phloem
f: Frühholz	pp: paratracheales parenchym
fa: Faserbündel	q: Quertracheide
fr: Faser	qz: quadratische Zelle
ft: Faserteil des Faserleitbündels	s: Sanio'scher Streifen
g: Grenze der Zuwachszone	se: Septum
gf: Gefäss	sh: Spätholz
gr: Grundgewebe	sp: Spirale
h: Hoftüpfel	st: Stegmata
ha: Harzgang	t: Tracheide
he: Harzgangepithel	tu: Tüpfel
hh: halber Hoftüpfel	tuf: Tüpfelfeld
hm: harzgangführender Markstrahl	wa: enger Harzgangwand
hz: hohe Zelle	w: Tangentialwand einer Markstrahl-
k: Kreuzungsfeldtüpfel	parenchymzelle
krf: Kristallzweifaser	x: xylem
l: Faserleitbündel	z: Zacke
lp: leiterförmige Perforation	zu: Zuwachszone
ltu: leiterförmiger Tüpfel	

## LITERATUR

- ANDREÁNSZKY, G. und E. NOVAK. 1957. Ann. Hist. Nat. Mus. Nation. Hungar. **8**: 43.
- BAILEY, J. W. und A. F. FAULL. 1934. Journ. Arn. Arb. **15**: 233.
- BERGER, W. 1953. Ann. Géol. des Pays Helléniques **5**: 34.
- BROWN, H. P., PH. D. PANSHIN und C. C. FORSAITH. 1949. Textbook of wood Technology I New York.
- BUELL, M. F. 1939. Bull. Torrey Bot. Club **66**: 483.
- \_\_\_\_\_ und R. L. CAIN. 1943. Ecology **24**: 85.
- CASPARY, R. 1888. Schr. Physik. Ökon. Gesellsch. Königsb. **27**: 27.
- CHANDLER, M. E. J. 1957. Bull. Britt. Mus. Geol. **III 3**: 71.
- EDWARDS, W. N. 1931. Foss. Cat. II Plantae, pars 17 Berlin.
- FELIX, J. 1884. Mitt. Jahrb. Kön. Ungar. Geol. Anst. **7**: 1.
- FIETZ, A. 1926. Jahrb. Geol. Bundesanst. **76**: 217.
- GOEPPERT, H. R. 1850. Monographie der fossilen Koniferen. Leiden.
- GOTHAN, W. 1909. Jahrb. Kön. Preuss. Geol. Landesanst. Berlin. **30-1**: 516.
- GRAMBAST, N. 1957. Bull. Soc. Géol. Fr. Paris. sér. **6-7**: 361.
- GREGUSS, P. 1955. Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen. Budapest.
- \_\_\_\_\_. 1959. Holzanatomie der europäischen Laubhölzer und Sträucher. Budapest.
- HESS, R. W. 1946. Tropical Woods **86**: 14.
- HOFMANN, E. 1927. Mitt. Geol. Gesellsch. Wien **20**: 1.
- \_\_\_\_\_, 1944. Palaeontographica **87 B**: 1.
- HOULBERT, C. 1910. Feuille des Jeun. Nat. **40**: 69.
- HUDSON, R. H. 1960. Journ. Instit. wood sc. **6**: 26.
- JANE, F. W. 1956. The structure of wood. London.
- JANSSONIUS, H. H. 1940. Mikrografie des Holzes der auf Java vorkommenden Baumarten und anatomische Bestimmungstabelle für die javanischen Hölzer. Leiden.
- JONGMANS, W. J. 1935. Natuurhist. Maandblad **24**: 46.
- JURASKY, K. A. 1930. Braunkohle **51**, **52**.
- KAUL, K. N. 1960. Bull. Nat. Bot. Gardens Lucknow **51**.
- KEDVES, M. 1960. Acta Biol. Szeged. Pars Bot. **5**: 167.
- KIRCHHEIMER, F. 1933. Centralbl. f. Min. etc. **B 2**: 130.
- \_\_\_\_\_. 1957. Die Laubgewächse der Braunkohlenzeit. Halle (Saale).
- KOSTYNIUK, M. 1938. Kosmos **63**: 1.
- KRÄUSEL, R. 1919. Jahrb. Kön. Preuss. Geol. Landesanst. Berlin **38**: 1.
- \_\_\_\_\_. 1920. Jahrb. Preuss. Geol. Landesanst. Berlin **39**: 329.
- \_\_\_\_\_. 1949. Palaeontographica **89 B**: 83.
- \_\_\_\_\_ und G. SCHÖNFELD. 1924. Abh. Senckenb. Naturf. Gesellsch. **38**: 253.
- KRIBS, O. A. 1950. Commercial foreign woods on the American Market. Pennsylvania State College-Pennsylvania.
- LINGELSHEIM, A. 1907. Jahresber. Schl. Gesellsch. f. Vaterl. Cultur **85-2**: 24.
- \_\_\_\_\_. 1929. Abh. Naturf. Gesellsch. Görlitz **30**: 103.
- LUDWIG-MEYER, B. 1956. Geologica Bavarica **25**: 100.
- MACKO, S. 1957. Trav. d. l. Soc. d. sciences et d. lettres de Wroclaw, seria **B. 88**: 1.
- \_\_\_\_\_. 1959. Trav. d. l. Soc. d. sciences et d. lettres de Wroclaw, seria **B. 96**: 1.
- MÄGDEFRAU, K. 1957. Neues Jahrb. Geol. Pal. Monatsh. Jhrg **1957**: 532.
- MANTEN, A. A. 1958a. Grondboor en Hamer, Nieuwe reeks: 107.
- \_\_\_\_\_. 1958b. Acta Bot. Neerl. **7**: 445.
- METCALFE, C. R. und L. CHALK. 1950. Anatomy of the Dicotyledons **I, II**. Oxford.
- MÜLLER-STOLL, W. 1954. Compt. rend., rapp. comm. 8° congr. Bot. Paris: 194.
- NEUY-STOLZ, G. 1958. Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. **2**: 503.
- PEIRCE, A. S. 1937. Tropical woods **49**: 5.
- PHILLIPS, E. W. J. 1940. Journ. Linn. Soc. bot. **52**: 259.
- PRAKASH, U. und E. S. BARGHOORN. 1961. Journ. Arn. Arb. **42**: 165, 347.
- READ, C. B. 1933. Carn. Inst. Washington **416**: 1.
- RECORD, S. J. und R. W. HESS. 1942-1948. Tropical woods **72**: 94.
- \_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_. 1944. Timbers of the New World. New Haven.

- REYMAN, M. 1956. Acta Soc. Bot. Pol. 25: 517.  
RÖSSLER, W. 1937. Mitt. Naturw. Ver. f. Steiermark 74: 64.  
RUDOLPH, K. 1935. Beihefte Bot. Zentr. bl. 54 B: 244.  
SELMEYER, A. 1957. J. ber. Naturw. Ver. Landshut 23.  
SEWARD, A. C. 1919. Fossil Plants IV. Cambridge.  
SCHMALHAUSEN, J. 1883. Pal. Abh. 1: 285.  
SCHÖNFELD, E. 1929. Sitz. ber. Abh. Naturw. Ges. "Isis" Dresden 68.  
———. 1956a. Palaeontographica 94 B: 1.  
———. 1956b. Geol. Jahrb. 71: 711.  
———. 1958a. Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 2: 539.  
———. 1958b. Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 1: 169.  
SLIJPER, E. J. 1933. Rec. Trav. Bot. Néerl. 30: 482.  
STERN, W. L. 1954. Tropical woods 100: 1.  
SÜSS, H. 1958. Abh. Deutsch. Akad. Berlin, Klasse Chemie, Geol. und Biol. Jhrg. 1956: 8.  
——— und E. MÄDEL. 1958. Geologie. 7: 80.  
SZAFAER, W. 1961. Wydawnictwa geologiczne, Warszawa, 33: 1.  
TEICHMÜLLER, M. 1958. Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 2: 599.  
THIERGART, F. 1958. Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 2: 447.  
THOMAS, J. L. 1960. Contr. Gray Herb. 186.  
THOMSON, P. W. 1958. Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 2: 549.  
TOMLINSON, P. B. 1961. Anatomy of the Monocotyledons II Palmae Oxford.  
WATARI, S. 1952. Journ. Fac. Sci. Univ. Tokyo Bot. 6: 97.  
WEBBER, I. E. 1933. Carn. Inst. Washington. 412: 113.  
WELLS, B. W. 1928. Ecology 9: 230.  
———. 1942. Bot. Rev. 8: 533.  
WEYLAND, H. 1948. Palaeontographica 87 B: 113.  
———. 1958. Fortschr. Geol. Rheinl. Westf. 2: 527.  
——— und E. SCHÖNFELD. 1958. Palaeontographica 104 B: 138.  
ZABLOCKI, J. 1928. Acta Soc. Bot. Pol. 5: 174.  
———. 1930. Acta Soc. Bot. Pol. 7: 139.