

Das Bongosiholz und seine Abstammung

VON HANS W. THIEME (Hamburg)

Mit 23 Abbildungen und 6 Tafeln

Einleitung

Die Bereitstellung und Verwendung tropischer Nutzhölzer ist einer der bedeutendsten wirtschaftlichen Faktoren und die Rentabilität einer Kolonie in hohem Maße von vorhandenen Waldgebieten abhängig. Ganz besonders trifft dies für unsere z. Z. von England und Frankreich verwalteten westafrikanischen Kolonien zu.

Die Holzmengen, die Deutschland allein aus Westafrika einführt, sind bedeutend. Aus der nachstehenden Tabelle, die den Jahresberichten über Nutzhölzer der Firma J. F. MÜLLER & Sohn A.-G., Hamburg, entnommen ist, ist die wachsende Nachfrage nach afrikanischen Hölzern ersichtlich. Die Einfuhrzahlen für Bongosiholz, das den Gegenstand der vorliegenden Arbeit bildet, sind in den Gesamtzahlen eingeschlossen:

Gesamt			davon Bongosi	
Jahr	Blöcke	tons	Blöcke	tons
1921	23369	31544	134	290
1922	27290	38306	71	128
1923	77780	46383	11	36
1924	88957	109429	37	145
1925	158352	183950	167	380
1926	81326	100466	170	500
1927	188002	233802	10	35
1928	213144	273363	133	325

Der Gedanke, möglichst viele, auch bisher kaum verwendete Holzarten dem Handel zu erschließen, veranlaßte JENTSCH und BUSGEN (1911) zu einer Bestandesaufnahme des Kameruner Urwaldes. Sie fanden auf einer $\frac{1}{2}$ ha großen Bodenfläche bis zu 103 verschiedene Holzarten. BUSSE (1911) beobachtete in Kamerun 100 Holzsorten auf 1 ha. Diese Mannigfaltigkeit der vorhandenen Sorten veranlaßt den Forstbotaniker, das Interesse der Abnehmer auch auf solche hinzulenken, deren Bewährung in den verschiedenen

Industriezweigen noch zu erproben ist. Konservative Einstellung des Konsumenten steht der Einführung weniger bekannter Hölzer im Wege; er kann der Mitarbeit des Botanikers, Technologen und Chemikers nicht entbehren.

Aus diesen Erwägungen heraus erhielt ich im Institut für angewandte Botanik in Hamburg den Auftrag, das „Afrikanische Eisenholz“ (selten auch „Afrikanische Eiche“¹⁾), welches unter dem der Eingeborenen-sprache entnommenen Handelsnamen Bongosi in den letzten Jahren in stark zunehmendem Maße eingeführt worden ist und sich nach verschiedenen Berichten für bestimmte Zwecke auch gut zu bewähren scheint, nach möglichst vielen Richtungen und Gesichtspunkten hin zu untersuchen.

Es war zunächst festzustellen, ob das zur Verfügung stehende Holz, das aus der Sammlung des Instituts für angewandte Botanik in Hamburg stammte und dessen Identität mit größeren, von der Holzimportfirma NAGEL, KREYSSIG & Co., m. b. H. in Hamburg gelieferten Holzmengen einwandfrei erwiesen wurde, dem Holz von *Lophira procera* A. Chev. entspricht oder dem von *Lophira alata* Banks. In der Literatur finden sich vielfach Widersprüche. Deutsche und auch englische Autoren schlossen sich der von GILG (1895) vertretenen Ansicht an und bezeichneten alles, was sich an Bongosi im Handel befand, als *Lophira alata* Banks. Auch in der neuesten (4.) Auflage von WIESNER (1928) gibt v. BREHMER als Stammpflanze von Bongosi *L. alata* an. UNWIN (1920), der zwischen *L. alata* und *L. procera* unterscheidet, teilt mit, daß neben *L. procera* auch *L. alata* als afrikanische Eiche gehandelt wird, und daß die Bäume einander sehr ähneln. Es erscheint also nicht ausgeschlossen, daß auch im Holzhandel beide Sorten verwechselt werden.

Um in diese Zweideutigkeiten Klarheit zu bringen und für die folgenden Untersuchungen eine von Zweifeln freie Grundlage zu schaffen, erschien es daher angeraten, Sprosse, Blätter und Blüten der beiden Spezies einer vergleichenden anatomischen Untersuchung zu unterziehen. Wie man später sehen wird, gestatten die festgestellten Unterschiede sehr wohl eine einwandfreie Unterscheidung beider Arten.

Die systematische Stellung der Gattung *Lophira*

Bezüglich der Frage der Familienzugehörigkeit der *Lophira*-Arten sei hier erwähnt, daß sie noch keineswegs eine endgültige

¹⁾ Afrikan. Eiche stellt im Nutzholzhandel meist Kambala (*Chlorophora excelsa* Benth. et Hook.) dar.

Klärung erfahren hat; man hat sie schon in einer ganzen Reihe von Familien unterzubringen versucht (GILG [1895]).

A. CHEVALIER (1916) will ihr eine eigene Familie eingeräumt wissen; nach einer anfänglichen Einreihung in die Familie der Dipterocarpaceen im Jahre 1909, die übrigens durch BENTHAM-HOOKER (nach SOLEREDER [1899] 163) u. a. schon vor 1899 stattgefunden hat und sich auch in vielen Veröffentlichungen vor 1909 findet (BOULGER [1908]), sei diese Gattung nach dem Vorschlag von VAN TIEGHEM gesondert zu stellen.

Gegen GILGS Verwendung der Bezeichnung „*Lophira alata* Banks“ für das gesamte Bongosiholz wendet sich CHEVALIER mit folgender Begründung: „M. GILG place ce genre dans les Ochnacées et c'est certainement à tort, qu'il rapporte l'arbre géant (de 50 à 60 mètres de haut et à tronc de 2 à 3 mètres de diamètre) à l'espèce *Lophira alata* Banks. Le *L. alata* est un petit arbre des savanes, c'est le Méné du Soudan. Le grand *Lophira* du Cameroun, dont nous avons pu examiner des specimens distribués par ZENKER, est identique à notre *L. procera* signalé ci-après.“

VAN TIEGHEM (1901) gründet auf die Gattung *Lophira* die eigene Familie der Lophiraceae. Er führt aus, er habe bereits gezeigt (1884), daß die Struktur der Achse und des Blattes zwingt, diese Gattung aus der Familie der Dipterocarpaceae herauszuziehen, wo, „geleitet von einer überraschenden, aber trügerischen Ähnlichkeit in dem Wachstum des Kelches, C. F. GAERTNER (1805) und nach dessen Beispiel die meisten Botaniker, besonders GUILLEMIN und PERROTTET (1830), DON (1831), BENTHAM und HOOKER (1867), BAILLON (1873), sie ebenfalls eingereiht hatten. Ich habe zur selben Zeit gezeigt, daß die Struktur dazu führt, sie als Typ einer besonderen Familie, der Lophiraceen, zu betrachten, in Übereinstimmung mit den von ENDLICHER (1840) ausgedrückten Ansichten, die von LINDLEY (1847), von AGARDH (1858), von PAYER (1860) und von DE CANDOLLE (1868) angenommen wurden. Endlich, ohne den endgültigen Platz in der Familie anweisen zu können, habe ich gezeigt, daß sie den Dipterocarpaceen ferner steht, als die verschiedenen Botaniker annahmen, und daß ihre wahre Verwandtschaft wahrscheinlich an der Seite der Ternstroemiaceen (die heutigen Theaceen) zu suchen ist.“

Die wichtigste Stütze für die Entfernung der *Lophira* aus der Familie der Dipterocarpaceen ist für VAN TIEGHEM die Tatsache gewesen, daß diese Gattung weder in der Achse noch in den Blättern

Harzgänge besitzt, die für die übrigen Glieder der genannten Familie ein wesentliches Zusammengehörigkeitsmerkmal darstellt.

GUILLEMINE und PERROTTET (1830—1833) wurden in erster Linie durch die geflügelte Frucht der *Lophira* veranlaßt, sie zu den Diptero-carpaceen zu stellen, deren Glieder mit ihren zweifach geflügelten Früchten dieser Familie den Namen gaben.

Da ENDLICHER (1836—1840) schon auf Grund des Blütenbaues zu dem Ergebnis gekommen war, daß in der Familie der Diptero-carpaceen kein Platz für die *Lophira* sei, fügte er der Abhandlung über diese Familie die eigene Familie der Lophiraceen an. LINDLEY (1853) und DE CANDOLLE (1868) wichen hiervon nicht ab und VAN TIEGHEM (1901) sucht in seiner eingehenden Arbeit diese Ansicht weiterhin zu stützen.

Es ist aber niemals festzustellen gewesen, ob allen diesen Abhandlungen der „Steppenbaum“ oder aber der „Regenwaldbaum“ (*Lophira alata* Banks oder *Lophira procera* A. Chev.) zugrunde-gelegen hat; seit der erwähnten Veröffentlichung von CHEVALIER existiert in der Literatur erst der Begriff *Lophira procera*. Diese von ihm also neu aufgestellte Art ist jedoch vom Kew-Index nicht aufgenommen worden.

GILG (1908) führt wichtige Gründe (Geringfügigkeit der Unterscheidungsmerkmale, winzige individuelle Schwankungen der Organdimensionen) gegen VAN TIEGHEMS Ansicht an und vermag infolgedessen von seiner Einreihung der *Lophira* bei den Ochnaceen nicht zurückzutreten. Ich habe mich der von diesem Forscher vertretenen Ansicht angeschlossen.

***Lophira alata* Banks**

Diese als Small oder Dwarf Red Ironwood bezeichnete Ochnacee findet sich meistens in Gruppen (UNWIN [1920]) und ist, wo sie vorkommt, fast immer vorherrschend. Bei einem Umfang von 1,20 m bis 1,50 m erreicht der Baum eine Höhe von etwa 6 bis 10 m, es finden sich jedoch auch vereinzelt Exemplare bis zu 20 m Höhe. Als charakteristisch wird sein krüppeliger Wuchs beschrieben, der ihn einer Eiche oder auch dem Sheabutterbaum, *Butyrospermum Parkii* Kotschy, sehr ähnlich erscheinen läßt; selbst dem Kenner wird die Unterscheidung von letzterem oft sehr schwierig. Infolge des flüchtigen Faserverlaufes und der vielfach vorhandenen Drehstellen ist die Verwendung des Holzes nur eine beschränkte. Die schuppige Rinde ist von orange-gelber bis

schmutzigbrauner Farbe und geht bei starker Sonnenbestrahlung in grau bis grauschwarz über.

LELY (1925) hebt als bedeutsames Merkmal dieses Baumes seine auffallend schmale, unregelmäßig zylindrische Krone hervor. Die unregelmäßig gewachsenen, dicken Zweige entspringen dem Stamm in mehr vertikal gehaltener Richtung, als es bei *Butyrospermum Parkii* der Fall ist; auch gestattet die Form des Blatt-randes eine Unterscheidung von diesem. Die Blätter sind lang-gestreckt, ganzrandig und völlig kahl und glänzend; die Seiten-nerven und Adern treten sehr zahlreich und dicht parallel in gleicher Stärke an beiden Seiten deutlich hervor. Die weißen Blüten verbreiten einen süßen Duft und sind bedeutend ansehnlicher als die von *Lophira procera*. Blätter, Rinde und Wurzeln sind bei den Haussa als Arznei geschätzt; ein Absud aus den beiden letzteren dient als Heilmittel bei Gelbem Fieber. *L. alata* ist der einzige Baum, der den jährlichen Steppenbränden zu widerstehen vermag. Oftmals werden hierbei die Blüten vernichtet, so daß die Vermehrung hauptsächlich durch Schösslinge erfolgt.

Die Frucht (Fig. 1) stellt eine länglich spitze Nuß dar, die von zwei ungleich großen, im Verhältnis von 1 zu 3 stehenden Kelchblättern umgeben ist. Die Kotyledonen der Samen liefern ein Fett, welches als Njamfett oder Meniöl zur Seifenfabrikation Verwendung findet. Wegen seines strengen Geschmacks wird es für Genußzwecke auch von den Eingeborenen verschmäht. Seine Konstanten sind folgende (Imperial Institute [1914]):

	Sierra Leone	Sudan
Fettausbeute (bezogen auf Kerne)	31 — 43%	—
Spezifisches Gewicht	0,901 — 0,910	0,9063
Säurezahl	18,54 — 48,0	5,78
Verseifungszahl	180,7 — 195,6	190,1
Jodzahl	68,4 — 72,5	78,12
Unverseifbares	1,49	1,38

Verbreitungsgebiete. Während die Familie der Ochnaceen über alle tropischen Länder verbreitet ist, beschränkt sich das Vorkommen der Gattung *Lophira* auf Afrika (GILG [1895]). *Lophira alata* Banks ist ein ausgesprochener Savannen- oder Parksteppenbaum. Zwischen dem 20. Grad nördlicher Breite und Äquator und dem 17. Grad westlicher Länge und 20. Grad östlicher Länge erstreckt sich ihre Verbreitung über die sudanesishe Parksteppenprovinz,

Senegal, Französisch-Guinea, Sierra Leone bis zur Goldküste nach dem mittleren Togo (vgl. Tafel I). GENT und MOOR (1928) beobachteten sie in der Savanne im Ho-Distrikt des Togolandes. Weiter westwärts findet sich der Baum in Lagos und in Nord-Nigeria bei Sokoto und Kontagora zwischen den Orten Buka und Koriga, ca. 150 km ostnordöstlich von Kontagora; wo die Ebene eine plötzlich hervortretende Erhebung aufweist, hat *L. alata* seinen Hauptsitz; überhaupt auch in dem Savannenbusch dieser Gegend, der dort gerade häufig von Steppenbränden heimgesucht wird (UNWIN [1920]). Die Haussa nennen den Baum namijn-kadai und schreiben den Blättern eine Zauberwirkung zu. Er ist außerdem heimisch in den nigerischen Provinzen Ogoya, Owerri, Onitsha, Ibadan und Abeokuta. Hier, wie auch vielfach an seinen anderen Fundorten, bevorzugt er den abschüssigen Wald. Endlich zieht sich das Verbreitungsgebiet durch Nordkamerun, das Bansso-Gebirge, weiter nördlich über Adamaua nach Französisch-Kamerun, dem Ghasalland, Bongo, Dar Fertit. Diese, sowie die im folgenden Kapitel und in der Karte dargestellte Aufstellung der Verbreitungsgebiete kann natürlich nur insoweit Anspruch auf Vollständigkeit erheben, als die Angaben der Literatur reichen.



Fig. 1. Frucht von *Lophira alata* Banks, $\frac{2}{3}$ nat. Gr.

***Lophira procera* A. Chev.**

Dieser Vertreter der Ochnaceen unterscheidet sich, was den Habitus (vgl. Tafel II) und das Vorkommen anbetrifft, recht beträchtlich von *L. alata*. Vielfach als Roter Eisenholzbaum bezeichnet, findet er sich zu mehreren Exemplaren gruppenweise beisammen und bildet an einigen Stellen ganze Wälder. Im Gegensatz zu *L. alata* erreicht diese Ochnacee eine bedeutende Höhe und beträchtlichen Umfang; Bäume von 50—60 m Höhe und 100 bis 180 cm \varnothing sind nichts Seltenes. In seinen Beständen finden sich alle Größen, vom kleinsten Sämling bis zum Urwaldriesen. Kleine Bäume haben Blätter bis zu 60 cm Länge (ENGLER-DRUDE [1921]), die denen von *L. alata* ähneln. Sie zeigen aber, wie im Verlauf dieser Arbeit festgestellt worden ist, daß wesentliche Unterschiede hinsichtlich der Form, Größe und des anatomischen Baues bestehen. Der Stamm ist schlank, aber nicht immer gerade gewachsen und zeigt am Grunde winkelige Verdickungen. Besonders ist dies bei Bäumen auf felsigem

Boden der Fall. Die Krone ist verhältnismäßig klein und hat eine kugelige, manchmal abgewölbte Form; ihre Zweige sind dick, kurz



Fig. 2. Frucht von *Lophira procera*
A. Chev., $\frac{2}{3}$ nat. Gr.

und stark gewunden. An ihrem Ende tragen sie die für einen Hartholzbaum recht großen Blätter. Die Blüten sind wie bei *L. alata* weiß und riechen nach Moschus (UNWIN [1920] 356). In der Blütezeit, im November und Dezember, ist der Wald streckenweise gänzlich von dem Duft erfüllt. Einige Monate vorher gibt der Baum mit seinen weithin sichtbaren, rötlichen Blättern dem Wald ein eigenartiges Gepräge.

Die Frucht (Fig. 2), die sich durch ihre schlankere Form von derjenigen der *L. alata* unterscheidet, liefert ein Fett mit folgenden Konstanten (Imperial Institute [1914] 564):

Fettausbeute	55,3 %
Spezifisches Gewicht	0,859
Säurezahl	11,6
Verseifungszahl	190
Jodzahl	60
Unverseifbares	0,8

Die untersuchten Muster stammten von der Goldküste.

JENTSCH (1911) teilt mit, daß die Eingeborenen in Kamerun zwei Arten, ♂ und ♀ nach ihrem Sprachgebrauch unterscheiden (nicht botanisch); beide Arten sollen sich an ihrem Faserverlauf, der ein leichtes (♀) oder ein schlechtes (♂) Hobeln bedingt, erkennen lassen. Es mag sich hier wohl nur um eine Varietät handeln (oder um *L. alata*?).

Verbreitungsgebiete. — *Lophira procera* A. Chev. ist ein typischer Vertreter des immergrünen tropischen Regenwaldes der Küstengebiete; auf der Halbinsel Sierra Leone in der gleichnamigen englischen Kolonie findet er sich in einem großen Gebirgswald und macht hier 80% des gesamten Bestandes aus. Weiter im Norden befinden sich ausgedehnte Gebiete in der guineensischen Waldprovinz, die von *L. procera* bestanden sind. Südwärts erstrecken sich die Verbreitungsgebiete über die Elfenbeinküste zur Goldküste, wo diese Bäume geradezu im Sumpf angetroffen werden. Auch in Nigeria stehen die meisten Bäume im Mangrovwald, wo das erste feste Land beginnt. Nach UNWIN (1920) sind etliche Quadratkilometer vom Flußbett des Oshunflusses mit ihnen bedeckt. Nach

ENGLER-DRUDE (1921) ist Bongosi im Küstenwald von Kamerun bei Duala, Edea, Kribi und Batanga vertreten; auch bei Bipinde, in den Bezirken Ebolowa und Molundu sieht man ihn bei 700 m Höhe und 150 km von der Küste entfernt; dann im Kamerunwald bei Buea und im Nebelwald im Nlonakogebirge am Ndonga sogar in Höhenlagen von bis zu 1500 m. In südlicher gelegenen Gebieten ist der Baum in Rio Muni, im Fanggebiet, Gabun, Französisch-Kongo und nach A. BERTIN (1919) an gewissen Stellen in Belgisch-Kongo anzutreffen.

Handels- und Eingeborenennamen für *L. alata* und *L. procera*

***Lophira alata* Banks** — Small Red Ironwood, Dwarf Red Ironwood, Dryzone Red Ironwood, African Oak, Scrubby Oak.

Sudan. — zawa, meni, Méné du Soudan.

Senegal und Franz. Guinea. — mana, bambarra.

Sierra Leone. — laintlaintain, millai oder mille, nungka; katank: Timene (Volk), endwi: Mandingo (Volk).

Goldküste. — kako.

Togo. — parapára: Tschaudjo (Volk), akpapla: Anago (Volk), kekrefunde: Aschanti (Volk), otugba: Akposso (Volk), belengbé: Kratschi (Guaug) (Volk), kotoblassu: Fô (Volk).

Nigeria. — namijn kadaí: Hausa (Volk), ipáwhaw, ponhon: Yoruba (Volk), awigbi, ugbeberi: Benin (Volk), ishan, eki, gara, niam: Cross River (Gebiet).

***Lophira procera* A. Chev.** — Bongosi, Eisenholzbaum, Afrikanische Eiche. Red Ironwood; Ironpost: Sierra Leone, Red Oak, azobé.

Sierra Leone. — konkank, ringa: Timene (Volk), hendui: Mandingo (Volk), nokué, mona: Attié (Land), esosé: Agni (Land).

Elfenbeinküste. — ous, oué, ouo-oué, ououé: Abé (Volk), nokué: Attié (Volk), esoré: Agni (Volk), eso, esso: Bonoua (Volk), azobé.

Goldküste. — azobé.

Kamerun. — bongosi: Duala (Ort), bokoa: Kribi, Batanga (Ort), lehos, lihos ekoka, dervo: Bakoko (Volk), Edea (Ort), okón: Bule (Volk), Ebolowa, Molundu (Ort), wontiawe, oljato, mosongraongo, wonjawowo: Buea (Ort), okoa, akogha, akowa: Fang (Volk), koai: Maba (Volk), bongossi dewó, diwó, bokó, djóngi, bokóka, okóka, okuk.

Nigeria. — eki: Yoruba (Volk), alale, gwanja: Hausa (Volk), umpenek, enwan: Efik (Volk), eba, ebba: Benin (Volk), eleba: Jekri (Volk), kuru: Brass (Volk), okikopom: Ibibio (Volk), okut: Oban, Ekoi, Kwa (Volk), okot, kuru: Owerri (Provinz).

Gabun. — akoga, akogha, akoura: Pahouin (Volk), okoka: Akélé (Volk), enekouga: Mpongoué (Volk), magueneti: Loango (Volk), bois de fer: Farmer.

Vergleichende Morphologie von *L. alata* und *L. procera*

In seiner Tracht ist *Lophira alata* Banks deutlich von *Lophira procera* A. Chev. zu unterscheiden. Wenngleich z. B. in Kamerun das Alluvialgebiet des immergrünen Regenwaldes, besonders im

Süden, tief ins Innere — bis zum belgischen Kongogebiet — hineingeht, und die widerstandsfähigsten Typen des Regenwaldes auf dem infiltrierten Boden der Galerien weit in die Steppengebiete hineingeführt werden, kommt, wie MILD BRAED¹⁾ beobachtete, *Lophira procera* niemals in *L. alata*-Beständen vor. Durch diese Tatsache wird der zunächst naheliegende Gedanke an eine bloße Standortsmodifikation abwegig, der sich darauf hätte stützen können, daß der für *L. alata* zutreffende geringe Höhenwuchs in erster Linie eine Funktion der stärkeren Beanspruchung durch den Wind, die Langschäftigkeit von *L. procera* eine Folge des Streites um die Baustoffe zwischen Krone und Stamm bei Bäumen im geschlossenen Bestand sei. Diese Frage kann indessen erst dann endgültig entschieden werden, wenn das Beobachtungsmaterial weniger spärlich ist.

Es stand authentisches Herbarmaterial aus dem Botanischen Museum Berlin-Dahlem von beiden Arten zwecks Untersuchung zur Verfügung²⁾. Von diesen wurden Blätter, Sprosse, Blüten und Früchte in den Bereich der Untersuchung gezogen.

Die Blätter

Äußere Morphologie. — Die Blätter (vgl. Tafel III) der beiden *Lophira*-Arten sind, was das Aussehen und ihre Beschaffenheit anbetrifft, einander nicht unähnlich. Deutliche Unterschiede lassen aber die Größenverhältnisse erkennen. In der folgenden Tabelle sind die ermittelten Blattdimensionen — Länge, Breite der Blattspreite, Länge des Stiels, — zusammengestellt und daraus die Verhältnisse errechnet. Auffällig ist die große Schmalheit der Blätter von *L. alata* gegenüber denen von *L. procera*. Das Verhältnis Länge zu Breite ist für die letztere Art fast doppelt so groß wie das der ersteren. Die Blätter stammen von verschiedenen botanischen Expeditionen und Standorten.

Die Blätter von *L. alata* sind wie die von *L. procera* einfach, wechselständig und mit im Verhältnis zur Spreite kurzen Stielen versehen (vgl. folgende Tabelle). Die geringe Länge der Blätter bedingt bei *L. procera* eine gedrungene, schaufelförmige Gestalt, zumal die breiteste Stelle ziemlich dicht bei der Spitze liegt im Gegensatz zu denen der *L. alata*, die eine schlanke, zungenähnliche Form haben. Der Rand ist bei beiden Arten an der Spitze nach dem Mittelnerv hin in zwei mehr oder weniger stark geschwungenen Bogen

¹⁾ Gültige Privatmitteilung.

²⁾ Siehe Verzeichnis der verwendeten Herbarien S. 214.

Blattdimensionen von L. alata

Länge cm		Breite cm	Herkunft
Blatt	Stiel	Blatt	
25,5	2,5	4,2	Misahöhe (Togo) coll. J. Mildbraed
25,0	3,5	5,5	
25,0	2,4	4,5	
27,0	3,4	5,6	
23,8	3,1	3,9	
25,8	2,7	5,7	
22,0	2,6	4,6	
27,0	2,9	6,5	Sokode-Bassari (Togo) coll. Kersting
24,0	2,1	5,3	
24,4	3,0	4,5	Sokode-Bassari (Togo) coll. Kersting
22,0	2,7	4,4	
24,0	3,0	4,3	
26,4	2,9	4,9	
13,0	2,8	4,2	Sokode (Togo) 400 m ü. d. Meere coll. Kersting
15,6	3,5	5,2	
14,0	4,0	5,0	
19,0	3,5	5,5	
16,5	2,5	5,0	Savannengebiet des Baja-Hoch- landes; östl. Kamerun coll. J. Mildbraed
21,0	2,8	5,6	
17,5	2,5	5,0	
19,5	2,2	5,0	
37,3	3,8	6,2	Land der Bongo (Französ. Kongo) coll. G. Schweinfurth
34,8	2,7	4,9	
37,5	4,8	7,0	
38,3	3,1	6,3	
605,9	75,0	128,8	: Gesamt
38,3	4,8	7,0	: Maximum
13,0	2,1	3,9	: Minimum
24,2	3,0	5,1	: Mittel

eingezogen; diese können jedoch auch in vereinzelt Fällen fehlen. Der Blattgrund ist ohne besondere Merkmale; bei *L. procera* ist die Blattspreite am Stiel ziemlich scharf abgesetzt, während sich bei *L. alata* der Rand in einem so flachen Bogen an den Stiel anschmiegt, daß eine Form entsteht, die der eines geflügelten Stieles

Blattdimensionen von L. procera

Länge cm		Breite cm	Herkunft
Blatt	Stiel	Blatt	
14,0	2,0	5,0	Bipindi (Kamerun) coll. G. Zenker
13,0	1,5	5,0	
14,5	1,3	4,8	
11,5	1,0	4,5	
10,5	0,7	3,5	
15,0	1,0	6,5	
13,0	1,8	5,5	
15,0	2,0	6,3	
16,0	2,0	6,0	
8,0	0,9	4,5	Ebolowa (Kamerun); ebenes Hügel- land, 700 m ü. d. Meere coll. J. Mildbraed
11,0	1,2	5,3	
13,0	1,5	6,0	
14,0	0,8	6,0	
9,0	1,7	4,0	
10,5	1,2	3,8	
17,0	2,0	6,6	Kamerun coll. Hptm. v. Besser
18,8	1,3	8,0	
19,7	1,4	7,6	
15,7	1,8	5,2	
19,3	0,6	6,5	Manoka (Kamerun); humoser Sand- boden, 2 m ü. d. Meere coll. Hückstädt
23,4	0,5	8,0	
13,5	0,5	4,9	
24,2	1,1	6,7	
18,0	1,2	6,0	
14,3	2,6	5,7	Manoka (Kamerun); coll. Hückstädt
12,0	2,0	4,5	
14,0	2,4	5,7	
397,9	38,0	152,6	: Gesamt
24,2	2,6	8,0	: Maximum
8,0	0,5	3,8	: Minimum
14,7	1,4	5,7	: Mittel

Verhältnisse

<i>L. alata</i>	Länge : Breite = 4,7 : 1
	Länge : Stiel = 8,0 : 1
<i>L. procera</i>	Länge : Breite = 2,5 : 1
	Länge : Stiel = 10,5 : 1

nicht unähnlich ist. Ganz vereinzelt zeigen sich bei dieser Art auch Andeutungen von Asymmetrie. Der Rand zeichnet sich durch eine nach der Ober- wie Unterseite verdickten Spur aus, die das Blatt, besonders deutlich bei *L. alata*, mit einer hellen Linie umsäumt. Der mediane Nerv tritt beiderseits deutlich hervor; jedoch, wie die Querschnitte zeigen, bei *L. procera* stärker nach der Oberseite, während bei *L. alata* das Gegenteil der Fall ist (vgl. Tafel IV). Die Nervatur ist netzartig-fiedernervig, die Seitennerven sind fein, äußerst zahlreich und streng parallel. Die Blätter besitzen derbe, lederartige Konsistenz, sind glänzend (*L. procera* besitzt bedeutend mattere) und gänzlich kahl. Es zeigte sich, daß die von *L. alata* annähernd doppelt so dick sind wie die von *L. procera*; die Werte für diese Art bewegen sich zwischen 8 und 12 μ , während die Messungen für jene bei etwa 20 μ lagen.

Innere Morphologie. — a) *Lophira alata*. Die Epidermis des bifazialen Blattes weist in der Flächenansicht der Blattoberseite eine gleichmäßige Anordnung der Zellen bei mäßiger Stärke der Seitenwände auf. Bisweilen neigen diese, allerdings nur vereinzelt und andeutungsweise, zu einem welligen Verlauf, während die Dicke der Radialwände so gut wie gar nicht schwankt. Die Gestalt der Zellen ist ziemlich gleichförmig; diese weicht höchstens da von der Norm ab, wo das Gewebe der Epidermis die Nerven bedeckt. Die Zellen sind dann in der Richtung der Nerven gestreckt und die Wandung ist unregelmäßiger. Hier sind die Außenwände etwas vorgewölbt, so daß im Verein mit der ausgebuchteten Cuticula eine schwach wellige Ausbildung zustandekommt. Nirgends konnte eine Verschleimung nachgewiesen werden. Die Cuticula zeigte keinerlei Faltung oder Körnelung. Im Querschnitt erscheinen die kutikularen Wände als derbwandige Begrenzungsschicht, deren Stärke die der Radialwände um das drei- bis vierfache übertrifft und die somit die gleich Dicke besitzen, wie das Lumen der Zellen selbst beträgt. Die Zellen sind frei von Inhaltsstoffen und Kristallen, ebenso fehlen Wachsabscheidungen. Ein Wachsüberzug hätte sein Vorhandensein nach erfolgtem Abspülen des Blattes mit Äther und nachfolgendem Verdunsten dargetan; es blieb aber keine Spur des Glycerinesters zurück. Die Epidermiszellen sind auf der Blattunterseite kleiner, ihre Größe beträgt nur etwa drei Viertel von den oberen bei gleicher Dicke der Kutikularwände. Jegliche Behaarung fehlt.

Das unter der oberen Epidermis verlaufende Hypoderm besteht aus dünnwandigen parenchymatischen Zellen; von ihnen

entfallen durchschnittlich auf eine Zelle etwa zwei Epidermiszellen in der tangentialen Richtung. Die vom Hypoderm gebildete Schicht verläuft kontinuierlich und wird nirgends von der Palissadenschicht durchbrochen. Diese Gleichmäßigkeit wird von erheblich vergrößerten Zellen, die manchmal 2, 3, 4 oder auch noch mehr Zellen von normaler Größe zwischen sich lassen, gestört; sie machen dann bisweilen den Eindruck von Zellfusionen. In entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht kann hier, da nur ausgewachsene Blätter

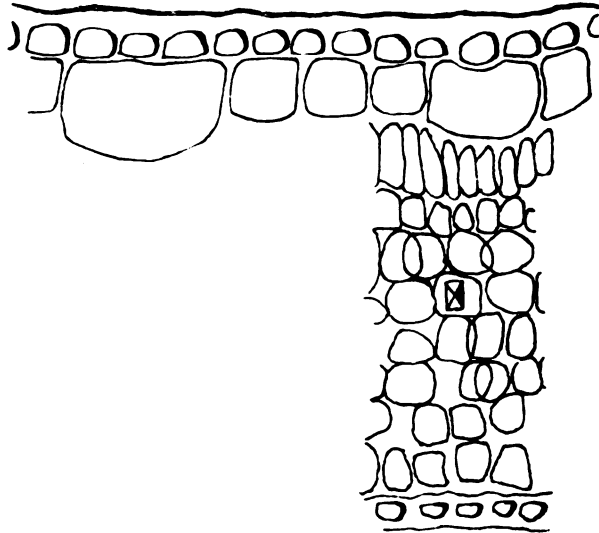


Fig. 3. Laubblattquerschnitt von *Lophira alata* Banks, ca. 200fach verg.

vorliegen, die Frage über die Zugehörigkeit zur Epidermis oder aber zum Mesophyll nur insoweit entschieden werden, als das letztere der Fall zu sein scheint, da, wie oben ausgeführt, die Radialwände der Epidermiszellen mit denen des Hypoderms nicht zusammenfallen (Fig. 3). Die vergrößerten Gebilde mit ihren auf Kosten des benachbarten Gewebes nach außen gebogenen Wänden lassen nach dem Liegen in Wasser erkennen, daß sie mit einer quellbaren Substanz erfüllt sind. Wenn sie angeschnitten wurden, ließen sie ihren Inhalt austreten, der mit kolloidalem Molybdänoxyd intensive Schleimreaktion ergab, wobei er sich blau färbte und das Reagens begierig entfärbte.

Die Spaltöffnungen (Fig. 4 und 5) sind auf beiden Blattflächen vorhanden. Ihre zahlenmäßige Verteilung ergibt sich aus nachfolgender Aufstellung. Auf je einer Fläche von 1 qmm, an

Blättern verschiedener Herkunft und an verschiedenen Stellen des Blattes festgestellt, wurden gezählt:

Blattoberseite.

L. alata Nr. 6
131

L. alata Nr. 3
100

Blattunterseite.

1028

1289

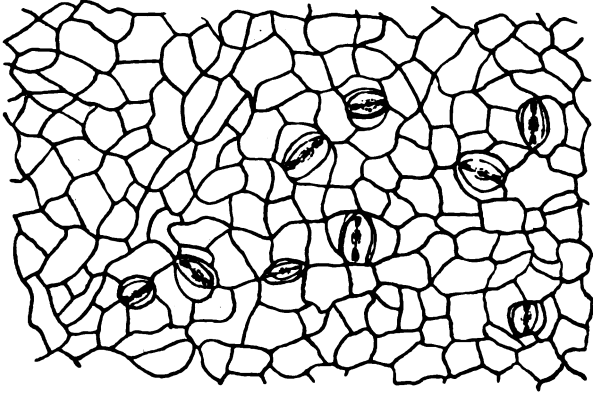


Fig. 4. Laubblattoberseite von *Lophira alata* Banks.
Epidermis mit Spaltöffnungen, ca. 120fach vergr.

Die geringe Anzahl der auf der Oberseite vorhandenen Schließzellenpaare beschränkt sich keineswegs nur auf die Region der Nerven, sie sind ebenso in den Feldern vorhanden. Die Nebenzellen sind nach dem Rubiaceentyp parallel zum Spalt angeordnet. Die Schließzellenpaare sind elliptisch und auf der Unterseite kleiner, wo sie sich auch mehr der Kreisform nähern. Sie sind nicht, wie es bei Arten trockener Standorte häufig der Fall ist, versenkt, sondern liegen völlig in der Ebene der Epidermiszellen. Eine Besonderheit im Bau der Spaltöffnungsapparate bedarf noch der Erwähnung. In der Aufsicht weist die Zentralspalte an den ihr zugekehrten Bauchseiten der Schließzellen oben wie unten je eine keulenförmige, kutinisierte Membranverdickung auf, so daß diese

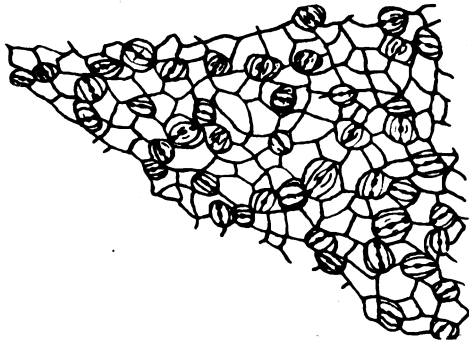


Fig. 5. Laubblattunterseite von *Lophira alata* Banks. Epidermis mit Spaltöffnungen, ca. 120fach vergr.

— insgesamt also vier Leisten — dem Spaltöffnungsapparat ein eigenartiges Aussehen verleihen (Fig. 6). Die Ausdehnung dieser Leisten scheint sich aber vor allem in radialer Richtung zu erstrecken, da der Querschnitt eine entsprechende Abweichung von der bekannten Form vermissen läßt. Ob diese Einrichtung einem mechanischen Zweck dient oder aber sie etwa ein Mittel darstellt, um die Wegsamkeit des Organs zur Verminderung des Gaswechsels herabzusetzen, sei hier dahingestellt. Andere Organe, wie Atem-

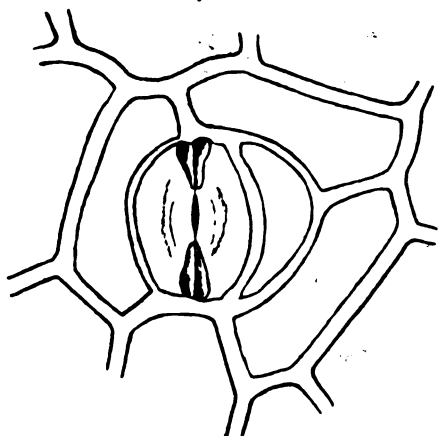


Fig. 6. Spaltöffnung von *Lophira alata* Banks, ca. 900fach vergr.

öffnungen oder Wasserspalten, konnten bei *L. alata* nicht beobachtet werden.

Im Mesophyll nimmt die Schicht der Palissadenzellen einen verhältnismäßig geringen Raum ein; etwa nur $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ der Fläche des Blattquerschnittes wird von der einreihigen Schicht ausgefüllt. Die genau rechtwinklig zur Oberfläche orientierten Zellen reihen sich ohne Interzellularen aneinander, sehr vereinzelt kann man einen spindelförmigen schmalen Spalt wahrnehmen.

Die Radialwände sind bei solchen Schnitten, die Gelegenheit zum Quellen hatten, durchweg gerade; im anderen Fall sind sie durch Schrumpfung bedeutend niedriger. Es deutet dies auf die Anteilnahme dieser Schicht an der Wasserspeicherung hin.

Das Schwammparenchym setzt sich aus gleichmäßig großen, isodiametrischen und sehr dünnwandigen Zellen zusammen, die oft größere Interzellularen zwischen sich freilassen, so daß hierin in erster Linie die Ursache der verhältnismäßig lockeren Konsistenz des Blattes liegt, zumal die Zellen dieser Schicht eine deutliche Reihenordnung kaum erkennen lassen (Fig. 3).

Zur Ermittlung der Verhältnisse im Mediannerv wurden Schnitte an der Blattbasis durch die Stelle geführt, wo die Blattspreite abgesetzt ist und die volle Anzahl der in das Blatt eintretenden Gefäßbündel noch vorhanden ist (vgl. Tafel IVa). Der Mediannerv zeigt in seinem Querschnitt auch im oberen Teil des Blattes einen gleichmäßig verlaufenden Umriß. Es bedarf dies der Hervor-

hebung, weil es für *L. procera* nicht zutrifft. Die kollateralen Gefäßbündel sind in vier Halbkreisen angeordnet. Zwei äußere Halbkreise, welche sich konzentrisch nahezu zu einem geschlossenen Kreis zusammenfügen, bestehen aus einer großen Anzahl von Gefäßbündeln, im Durchschnitt 30, aber auch öfters mehr. Die beiden inneren Kreisbogen sind fast parallel, wovon der der Blattoberseite zugekehrte kürzere umgekehrt orientiert ist. Hier liegt also der Siebteil dem Blattzentrum zugewendet, während bei den übrigen der Holzteil innen, der Siebteil außen liegt. Der größere untere Bogen schließt im Mittel 7, der kleinere obere 5 Gefäßbündel ein. Die beiden äußeren Ringe sind nach außen hin durch einen unregelmäßig gestalteten, aber zusammenhängenden — ganz vereinzelt höchstens schiebt sich eine einzellige Parenchymlage dazwischen — Bastfaserbelag von durchschnittlich 5 Zellen Stärke geschützt, der die Bündel jeweils halbmondförmig umschließt. Im Markparenchym liegen vereinzelt wenige freie Bastfasergruppen. Die äußerste Lage der Schutzscheide ist fast immer aus

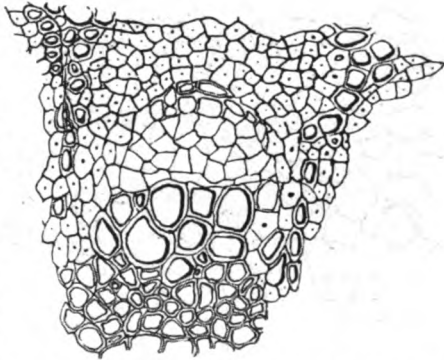


Fig. 7. Querschnitt durch ein Gefäßbündel im Mediannerv des Laubblattes von *Lophira alata* Banks, ca. 120fach vergr.

weitlumigen Zellen gebildet, während die übrigen Festigungselemente nur noch ein punktförmiges Lumen aufweisen (Fig. 7). Die genannte Lage ist reich an wohlausgebildeten Rhomboëdern von oxalsaurem Kalk. Das Rindenparenchym besteht aus isodiametrischen, an den Ecken bisweilen kollenchymatisch verdickten Zellen. Auf der Unterseite ist diese Schicht im Gegensatz zu oben bedeutend stärker; während diese nur zwei bis drei Zellreihen stark ist, hat jene eine Mächtigkeit von fünf bis acht Reihen. Sie grenzt dann unmittelbar an die Epidermis, was bei der oberen nicht der Fall ist, da das im Blatt verlaufende Hypoderm hier seine Fortsetzung findet.

Die Seitennerven sind, in einer gewissen Höhe des Mediannervs jedenfalls, durchgehend, sekundäre Nerven seltener; hier finden sich Übergänge bis zu vollständig eingebetteten Nerven. Die erstgenannten schließen ein kollaterales Gefäßbündel ein, das von der Blattober- und -unterseite her zunächst durch ein bis zwei Reihen teilweise kollenchymatisch verdickter Zellen eingeschlossen

ist. Dann folgt je ein Bogen Bast von beträchtlicher Breite; die Bogen berühren sich seitlich, nirgends jedoch gehen sie in gleichbleibender Breite ineinander über. An der Peripherie dieser Bogen liegen in den meisten Fällen insgesamt vier, jedoch manchmal auch mehr oder weniger der von VAN TIEGHEM als *Cristarque* bezeichneten Zellen. Ihre Lage ist aber bei ausgewachsenen Blättern stets so, daß sie von der Epidermis durch mehrere, mindestens aber zwei Zellagen, getrennt sind. In keinem Fall konnte die von dem genannten Autor gemachte Beobachtung (1901), es läge zwischen ihnen und der Epidermis nur eine Zellreihe, bestätigt gefunden werden.

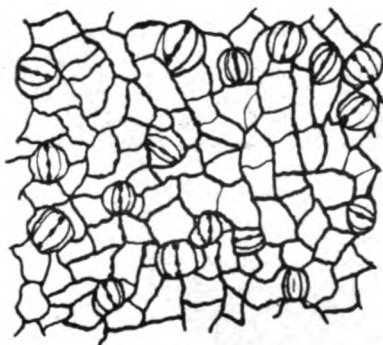


Fig. 8. Laubblattunterseite von *Lophira procera* A. Chev. Epidermis mit Spaltöffnungen, ca. 120fach vergr.

Sind mehr als vier *Cristarque*zellen vorhanden, so liegen die übrigen noch tiefer im Innern, nahezu in der Mitte des Nervquerschnittes. Die durch Mazeration gewonnenen *Cristarque*zellen stellen starkwandige, länglich-runde (als hufeisen- oder U-förmig bezeichnete) Zellen dar, die stets zu mehreren in Reihen angeordnet sind. Jede dieser Zellen enthält einen Kristall, so daß diese Zellart, wenn sie noch nicht aus dem Verband gelöst sind,

den Kristallkammerfasern sehr ähnelt. Einzelne *Cristarque*zellen zeigen eine andere Ausbildung. Die hufeisenförmigen Lumina sind nebeneinander in einer bastfaserähnlichen Großzelle perlschnurartig aneinandergereiht; dabei fehlen aber die sie trennenden Mittellamellen, so daß es sich um eine einzige Zelle mit mehreren Kammern handelt. Es scheint hierdurch ein Hinweis auf die bisher noch kaum erkannte Natur der *Cristarque*zellen gegeben zu sein. Die Bastbelege zeigen mit ihrem punktförmigen Lumen die übliche Beschaffenheit und geben in dem über dem Hadrom gelegenen Teil eine schärfere Phloroglucinreaktion als in dem unteren Bogen. *Cristarque*zellen und die entsprechenden Elemente der Gefäßbündel färben sich ebenfalls rot.

b) *Lophira procera*. Die Strukturverhältnisse weichen, insbesondere was die Dimensionen anbelangt, von denen der *L. alata* nicht sehr wesentlich ab (Fig. 8). Im Gegensatz zu dieser sind hier die Radialwände der Epidermiszellen durchweg wellig;

es tritt deutliche Tüpfelbildung in die Erscheinung, so daß die Wandungen vielfach, besonders in der Nähe der vom Gewebe bedeckten Nerven, stark ausgebuchtete Konturen zeigen (Fig. 9). Die Zellen sind, auch auf der Unterseite, größer. Auch bei dieser Art konnten nirgends Haare gefunden werden.

Das Hypoderm läßt die Häufigkeit der zur Wasserspeicherung dienenden Großzellen vermissen, wobei ferner Schleimstoffe nur

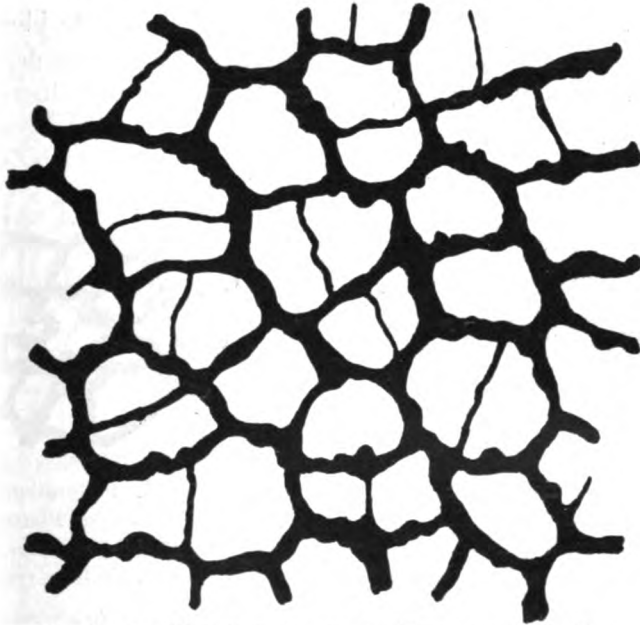


Fig. 9. Laubblattoberseite von *Lophira procera* A. Chev.
Epidermis, ca. 900fach vergr.

in geringem Maße nachzuweisen waren. Unterschiede konnten auch bezüglich der Cuticula nicht festgestellt werden, ein Wachüberzug fehlte ebenfalls.

Die Spaltöffnungen sind nur auf der Blattunterseite vorhanden. Diese Tatsache ist als wesentlicher Gegensatz zu *L. alata* hervorzuheben. Nachfolgend ist die Anzahl, die unter gleichen Voraussetzungen wie früher gewonnen ist, ermittelt und zusammengestellt. Je eine Fläche von 1 qmm wies auf:

	Blattoberseite.	
<i>L. procera</i> Nr. 8		<i>L. procera</i> Nr. 14
—		—
	Blattunterseite.	
1644		1538

Es sind im Mittel demnach auf 1 qmm 1591 Spaltöffnungen vorhanden. Sie sind entsprechend dem größeren Lumen der Epidermiszellen auch um einen geringen Betrag größer und in ihrer Gestalt etwas schlanker, was ferner bei den Membranverdickungen zu beiden Seiten des Spaltes der Fall ist, die hier nun nicht mehr als keulenförmige, sondern als schmälere, fast parallel gerichtete Leisten auftreten.

Eine bedeutende Abweichung von *L. alata* wurde hier in der Beschaffenheit der Blattoberfläche festgestellt. Anstelle der fehlenden Spaltöffnungen ist die Epidermis mit teils kleineren, teils

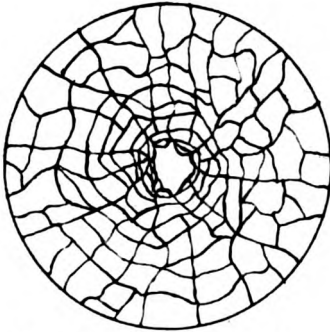


Fig. 10. Perforation in der Epidermis der Blattoberseite von *Lophira procera* A. Chev., ca. 120fach vergr.



Fig. 11. Perforation in der Epidermis der Blattoberseite von *Lophira procera* A. Chev., ca. 350fach vergr.

größeren Perforationen versehen, die regellos über das Blatt verstreut liegen (Fig. 10 und Tafel IVc). Ihre Anzahl beträgt im Durchschnitt 138 auf 1 qcm (Mittel aus mehreren Messungen). Ihre lichte Weite schwankt zwischen 20 und 70 μ . Ungeachtet der verschiedenen Größe ist diesen Organen die konzentrische Anordnung der sie einfassenden Epidermiszellen gemeinsam, wobei vier bis sechs mehr oder weniger regelmäßige Kreise mit erheblich verkleinerten Zellen die Norm darstellt. Besonders große Perforationen haben die Wandungen der Randzellen bisweilen nach innen zu verdickt (Fig. 11), wobei solche appositionellen Verdickungen sich auch auf den ersten benachbarten Ring erstrecken können. Das Hypoderm ist nun im Bereich des Lumens der Perforationen ebenfalls zurückgetreten; in der Aufsicht wird daher der Eindruck eines Trichters erweckt, der in seinem Grund das Mesophyll, also die Palissadenzellen mit ihrer Schmalfläche, zutage treten läßt.

Der Querschnitt durch ein solches Gebilde gibt keinen weiteren Aufschluß über dessen Aufbau. Obwohl nur ausgewachsene Blätter zur Untersuchung vorlagen, konnten vereinzelt der Oeffnungen beobachtet werden, die in ihrem Entwicklungsstadium stehen-geblieben waren. Ihre Beschaffenheit ließ keinen Zweifel mehr über ihre lysigene Entstehung; obwohl nämlich die Perforation selbst noch nicht zustande gekommen war, war durch die konzentrische Anordnung der Epidermiszellen doch ihre Stelle schon gekennzeichnet. Die im Zentrum liegenden Zellen waren dann in ihren Umrissen gerade noch schwach erkennbar, zeigten aber durch ihre

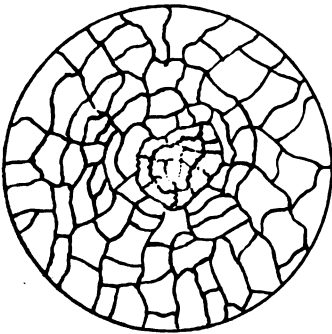


Fig. 12. Frühstadium einer Perforation in der Epidermis der Blattoberseite von *Lophira procera* A. Chev., ca. 120fach vergr.

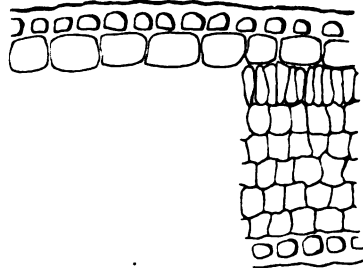


Fig. 13. Laubblattquerschnitt von *Lophira procera* A. Chev., ca. 145fach vergr.

verschwommenen Konturen deutlich und abgegrenzt die bevorstehende Auflösung ihrer Radialwände (Fig. 12).

Es muß einer späteren Arbeit, die sich eingehend mit der entwicklungsgeschichtlichen Entstehung dieser Erscheinung am lebenden Material zu beschäftigen haben wird, vorbehalten bleiben, zu ermitteln, welcher physiologische Wert ihr für die Pflanze zukommt. Soviel kann aber jetzt schon gesagt werden, daß es sich wahrscheinlich um Atemöffnungen handelt, die vielleicht auch als Hydathoden fungieren.

Die Abweichungen in der Ausbildung der Palissadenschicht erwiesen sich als zu geringfügig, um unterscheidende artcharakteristische Merkmale darzustellen. Vom Schwammparenchym konnte festgestellt werden, daß es weniger reich an Interzellularen ist und eine scharf ausgeprägte Reihenanordnung aufwies, bei der fünf bis sechs völlig parallele Reihen vorhanden waren.

Der quergeschnittene Mediannerv (vgl. Tafel IVb) besitzt, aber nur bei seinem Verlauf in der Region der Blattspreite, einen mehrfach stark ausgebuchteten Umriß; die Umrandung bildet oben meist zwei, unten drei regelmäßige Windungen. Die anatomischen Strukturverhältnisse legen deutlich klar, daß diese Ausbildung

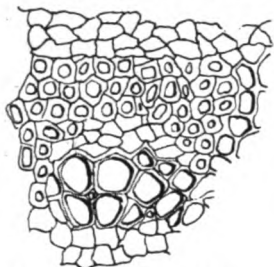


Fig. 14. Querschnitt durch ein Gefäßbündel im Median-nerv des Laubblattes von *Lophira procera* A. Chev., ca. 120fach vergr.

nicht etwa durch Schrumpfung nachträglich entstanden sein kann; denn bei gleich behandelten Blättern von *L. alata* fehlt diese Form.

Was die Verteilung der Gefäßbündel im Mediannerv anbelangt, so wurde hier festgestellt, daß außer den bei *L. alata* schon erwähnten beiden inneren Gefäßbündelbogen von sechs bzw. fünf Gefäßbündeln noch ein weiterer, also fünfter Bogen vorhanden ist. Dieser ist, wie der mittlere, umgekehrt orientiert und enthält in der Regel vier Gefäßbündel. Die An-

ordnung der Bastfasergruppen ist die gleiche wie bei *L. alata*, wobei jedoch hervorzuheben ist, daß sie durchweg aus Zellen mit verhältnismäßig weitem Lumen bestehen (Fig. 14). Die bei *L. alata* vorkommenden Bastfaserscheiden haben dagegen ihr Lumen fast immer punktförmig verengt.

Das von den Seitennerven gezeigte Bild ließ keinerlei Unterschiede — ausgenommen die eben erwähnten mechanischen Elemente — von den bei *L. alata* beschriebenen erkennen.

SOLEREDER (1908) erwähnt bei *Lophira* (schlechthin) das Vorkommen von Spikularzellen im Mesophyll. Diese Zellformen konnten in den von Nerven freien Teilen des Blattes nicht festgestellt werden. Wurde aber durch Mazeration das parenchymatische Gewebe von den Nerven gelöst, so ließen sich an der Berührungsgrenze jenes Gewebes mit den Bastbelegten Zellen erkennen, die durch ihre armartigen Verzweigungen eine gewisse Ähnlichkeit mit Osteosklereiden aufwiesen. Solche Festigungselemente wurden aber nur da gefunden, wo die Verzweigung eines Nervis in den entstandenen Winkeln eine Versteifung durch derartige idioplasten-ähnliche Gebilde erforderlich machte (Fig. 15).

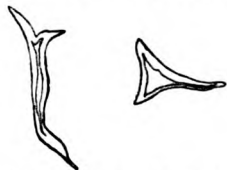


Fig. 15. Sklereiden aus dem Laubblatt von *Lophira alata* Banks, ca. 180fach vergr.

Schließlich wurde auch noch aus dem Aschenbild ein nicht zu unterschätzender Anhaltspunkt für den Vergleich der Blattstruktur beider Spezies gewonnen, der den Gebrauch dieser immerhin noch jungen Methode für ähnliche Fälle angeraten erscheinen läßt.

Die Anregung hierzu ging von den Veröffentlichungen MOLISCHS (1920) aus, der dieser Methode auch in seiner „Anatomie der Pflanze“ (1922) das Wort redet. Er weist darauf hin, daß zwar gewisse Einzelheiten, z. B. im Zellinhalt, bei der Veraschung zerstört werden und in der Asche nicht mehr gesehen werden können; aber andererseits zeigt die Asche oft in größerer Klarheit und besserer Übersicht gestaltliche Verhältnisse.

Die von seinem Schüler K. OHARA (1926) beschriebene Methodik, die sich nach erfolgter Veraschung auf die Verwendung von Anilin als Einbettungsmittel gründet, mußte für den vorliegenden Fall modifiziert werden; am vorteilhaftesten erwies sich folgende: Nach kurzer Behandlung des Objekts mit konzentrierter Salpetersäure und nachfolgendem Auswaschen mit destilliertem Wasser wurde es unter Zusatz von einem Tropfen konzentrierter Salzsäure auf dem Platinblech über dem Mikrobrenner vorsichtig verascht. Der Salzsäurezusatz wurde, falls erforderlich, wiederholt und die Verbrennung bis zum völligen Verschwinden der Kohlepartikelchen zu Ende geführt. Inzwischen wurde auf einem Objektträger ein Tropfen Canadabalsam, der zu gleichen Teilen mit Xylol verdünnt war, ausgebreitet. Der Xylolzusatz ist erforderlich, um die Oberflächenspannung, die das Spodogramm zerstören würde, herabzusetzen. Dann wurde das Aschenskelett, das sich während der Verbrennung an den Rändern konkav gelöst hatte, mit einem dünnen Spatel behutsam auf den Objektträger gebracht und nach etwa $\frac{1}{2}$ Stunde das Deckglas aufgelegt.

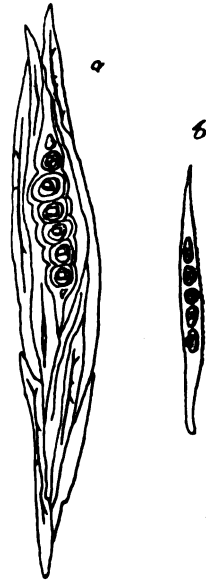


Fig. 16. Cristarquezellen, a) von *Lophira alata* Banks, b) von *Lophira procera* A. Chev., ca. 180fach vergr.

Die mikroskopische Durchsicht der so veraschten Blätter ließ erkennen, daß verkieselte Elemente bei beiden Arten fehlten. Ein typisches Bild gewährten aber die in den Cristarque-Zellen enthalten gewesenen Rhomboëder im polarisierten Licht. Ihre gut ausgebildete Gestalt hatten sie durch das Zusammensintern und ihre Umwandlung in CaO eingebüßt. Das Aschenbild ließ nun erkennen, daß die perlschnurartig aneinandergereihten Kristalle bei *L. alata* eine bedeutendere Größe hatten; auch wurde hier eine größere Anzahl festgestellt, nämlich öfter 12—14. *L. procera* zeigt kleinere Kristalle, wobei die Zahl der Kettenglieder 5—8 nicht oder selten überstieg. Eine nachfolgende, nunmehr auf diesen Punkt

hingelenkte Untersuchung am unveraschten Blatt bestätigte diese Beobachtung in vollem Umfang, wobei diese Zellart, bei gleicher Häufigkeit im Auftreten, bei *L. procera* als durchweg kürzer und auch kleiner und mit entsprechend kleineren Zelleinschlüssen versehen befunden wurde (Fig. 16a, b).

Die blätter- und blütentragenden Sprosse

Die in der Literatur über die Gestaltung der Sprosse von *Lophira* gemachten Angaben beschränken sich unter Verzicht auf genaue Untersuchungen nur auf die Mitteilung ganz allgemeiner Wahrnehmungen. Es sei auch hier betont, daß die Ansicht eines Teiles der betreffenden Autoren, sie hätten eine Abhandlung von *L. alata* gegeben, nicht als unbedingt richtig hingenommen werden darf, da — insbesondere bei den Arbeiten aus dem vorigen Jahrhundert — die Frage von der zweiten Spezies, *L. procera*, damals noch nicht aufgerollt war. Zweckmäßig werden im folgenden die Literaturstellen — die fremdsprachlichen in der Übersetzung — zitiert:

VAN TIEGHEM (1901, 179 ff.). „Die Infloreszenz ist eine lose zusammengesetzte Traube, die den beblätterten Sproß abschließt und sich bisweilen auch in den Achseln ihrer oberen Blätter entwickelt. Unter der Blüte bis zu 4 mm in der Nähe der Basis des Kelches ist das Blumenstielchen angesetzt. Auch wenn sie nicht befruchtet sind, lösen sich die Blüten genau an dieser Stelle ab, indem sie den oberen Teil des Stielchens mit sich reißen.“

ENDLICHER (1836—1840, 1014). „Pyramidenförmige Bäume, ästig. Mit wechselständigen Blättern, gestielt, mit sehr kleinen Nebenblättern; zu beiden Seiten der Basis des Stieles einzelstehend, hinfällig. Mit axillären Blüten und endständigen Rispen, mit auseinandergespreizten Blütenstielen, oberhalb der Basis abgesetzt, am Absatz mit zwei sehr kleinen Deckblättchen versehen.“

GILG (1925, 53). „Die Blüten der Ochnaceen sind durchweg axillären Ursprungs. Sie können in den Achseln gewöhnlicher Laubblätter stehen und zeigen fast stets zwei Vorblätter, meist aber sind erstere reduziert, so daß rispige oder traubige Blütenstände resultieren.“

GUILLEMINE und PERROTTET (1830—1833). „... mit aufstrebenden Zweigen, kahl, unterhalb der Knoten narbig, an der Spitze blättertragend. Blätter wechselständig . . . Nebenblätter sehr klein, spitz, einzelstehend, zu beiden Seiten der Basis des Stieles, hinfällig. Blüten endständig und axillär, zu einer einfachen oder zusammengesetzten Rispe verteilt; ansehnlich, gelb und bald abfallend. Achse der Rispe verdickt, am Ende des Astes stehend. Mit ausgespreizten Blütenstielen, die an der Basis mit Stipeln versehen und abgesetzt sind.“

Die blättertragenden Triebe beider Arten lassen ihre verschiedene Herkunft auf den ersten Blick erkennen. Das wichtigste Kriterium ist das durch die starke Korkentwicklung bei *L. alata* bedingte dickere und weichere Aussehen der Sprosse, welches erstere

die Narben und Ansatzstellen der Blattstiele versenkt und dadurch bedeutend auffallender als bei *L. procera* erscheinen läßt. Die $\frac{2}{5}$ -Stellung der Blätter sowie ihre Abstände voneinander auf der Orthostiche sind in beiden Fällen von großer Regelmäßigkeit. An Hand des Herbarmaterials, dessen Beschaffenheit die Beobachtungen sehr erschwert und zur Vorsicht zwingt, hat es nun den Anschein, als neige *L. procera* mehr zur Bildung von Kurztrieben (Fig. 17a, b). Ihr Überwiegen würde die tatsächlich vorhandene

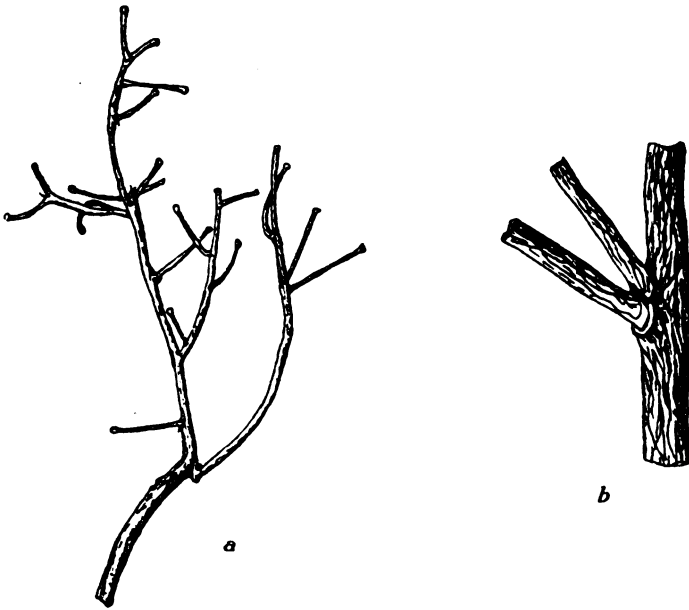


Fig. 17. Laubblattsproß von *Lophira procera* A. Chev.,
a) nat. Gr., b) 4fach vergr.

schirmartige Abwölbung der Krone zur Folge gehabt haben, während bei *L. alata* dieses Moment zurücktritt und so eine schmale, zylindrische Krone entstehen läßt. Es liegt hier der Vergleich mit Fichte und Weißtanne nahe, indem diese Sproßverhältnisse bei der ersteren zur Ausbildung eines spitzen pyramidenförmigen Habitus, bei letzterer zu dem mit „Adlerhorst“ bezeichneten breiten Wipfel geführt haben. Leider ist es nur am lebenden Objekt selbst möglich, die Beziehungen zwischen den Sprossen und dem Höhenwuchs der Bäume unter Berücksichtigung der klimatischen Verhältnisse zu studieren; es wäre sicherlich interessant, diese Frage gerade an den beiden *Lophira*-Arten zu erläutern, da ja das Höhenwachstum eine Funktion der Länge der jährlichen Gipfeltriebe ist.

Die Literaturangaben wurden an den Herbarien für *L. alata* und auch für *L. procera* übereinstimmend bestätigt gefunden. In einer Hinsicht bedürfen sie allerdings einer teilweisen Einschränkung. *L. alata* Nr. 4 enthält einen Laubblatttrieb, der oben von einer Blütenrispe abgeschlossen ist. In unmittelbarer Nähe der von Kork stark überwallten Übergangsstelle aus jenem in den Blütenstand steht, scheinbar in der Achsel eines Laubblattes, selbständig ein einzelnes Blütenstielchen. Wie weiter unten ausgeführt ist, neigt die Pflanze zu der Eigentümlichkeit, mitunter stark gestauchte Sprosse auszubilden. Man wird deshalb die Entscheidung, ob es sich hier um achselständige Blüten handelt, offen lassen müssen.

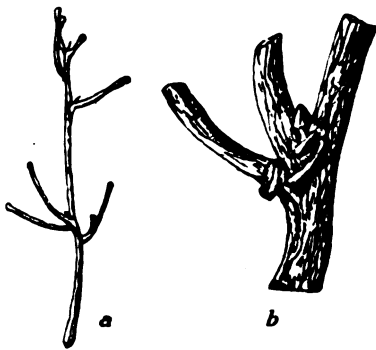


Fig. 18. Laubblattsproß von *Lophira alata* Banks, a) nat. Gr., b) 4 fach vergr.

Die terminalen Infloreszenzen beider Spezies lassen etwa 3 bis 4 mm lange Brakteen erkennen, die deutliche Narben hinterlassen. Der Blütenstand ist racemös; dabei ist die Anzahl der unverzweigten Nebenachsen — besonders tritt dies bei *L. alata* in die Erscheinung — recht beträchtlich. Der Hauptachse entspringen bisweilen zwei Blütenstandstiele an einer Stelle, die zunächst den Eindruck von kollateralen Beisprossen erwecken. Ihre Anordnung zu-

einander und zur Hauptachse ist jedoch derart, daß das zweite Stielchen tertiären Ursprungs zur Hauptachse ist, also eine Infloreszenz zustandekommt, deren Internodium fast bis zu seinem Verschwinden gestaucht ist (Fig. 18a, b).

Die Anlage der Seitenzweige erfolgt in der Achsel und in der Richtung der Mediane der Tragblätter. Der frühere Sitz der Tragblätter ist durch die mit einem ringartigen Wulst umgebenen Narben sehr auffallend; in den vereinzelt Fällen, wo die Blätter erhalten sind, sind sie durch das Dickenwachstum der Achse bisweilen etwas versetzt. Es ist jedoch anzunehmen, daß die Seitensprosse ursprünglich in der Mediane der Blätter gestanden haben, da der Ringwulst seine stärkste Verdickung genau dem Seitensproß gegenüber aufweist. Bei *L. alata* sind die Verhältnisse aber bedeutend unklarer; die starke Korkschicht mag hier die gegenseitige Lage verschoben haben.

Die Blüte

Der Bau der Blüte von *L. alata* hat eine eingehende Beschreibung von verschiedenen Autoren schon längst erfahren. Die z. T. sehr ausführlichen Untersuchungen wurden noch erweitert durch den Umstand, daß die Ochnaceen lange Zeit das Objekt von teilweise polemischen Erörterungen zwischen VAN TIEGHEM und GILG waren. Diese finden ihren Niederschlag durch GILG (1904) in der Festschrift für ASCHERSON. Der Verfasser weist hier nochmals den Versuch VAN TIEGHEMS (1901, 185 ff.), die bisher einzige Art *Lophira alata* Banks in 6 Arten zu spalten, zurück. Wie schon angeführt, ist *L. procera* von A. CHEVALIER (1916) aufgestellt, es fehlt jedoch eine nähere Beschreibung; die gegebene Abbildung genügt aber zur Erkennung dieser Art.

Die folgende Zusammenstellung vermittelt in gedrängter Form eine Übersicht über die Übereinstimmungen und Gegensätzlichkeiten der Veröffentlichungen von den in Frage kommenden Verfassern über *Lophira alata* Banks.

I. *Blüte, Allgemeines.* — BAILLON (1873): „Zwitterig, regelmäßig. — VAN TIEGHEM (1902): Hermaphrodit, aktinomorph, diperianthisch. — GAERTNER (1805): Blütezeit Januar bis Juni. Die Blütenstruktur ist ähnlich wie die der Guttiferen.

II. *Receptaculum.* — BAILLON l. c.: Gerade, regelmäßig, nahezu eben.

III. *Calyx.* — BAILLON l. c.: Über dem Receptaculum das nahezu hypogynische Perianth eingefügt, aus 5 fast gleichmäßigen, freien oder fast freien Sepalen bestehend; zusammengefaltet im Quincunx. — GUILLEMIN und PERROTTET (1830—1833): 5 Sepala, die bestehen bleiben, zwei davon vergrößern sich zu Flügeln. — ENLICHNER (1836—1840): Kelch 5-blättrig, bestehend aus 3 unteren konkaven und 2 äußeren gegenüberstehenden, ungleich großen Blättern, die Flügel bilden. — VAN TIEGHEM l. c.: 5 offene Kelchblätter, die unten vereinigt und oben gleichförmig sind. Sie haben quincunciale Knospendeckung und sind hinfällig. — GILG (1895): 5 Sepala, fast gleichartig, breit, dachig. — BENTHAM und HOOKER (1862): Die Röhre des Kelches ist sehr kurz, am Receptaculum verwachsen und mit einem breiten stumpfen Zipfel stark gedeckt. — GAERTNER l. c.: Der Kelch hat 5 Blätter, die bestehen bleiben und ungleichförmig sind. Sie sind an der Basis glatt, ohne Erhabenheiten und verwachsen; die 3 unteren sind nahezu rund, konkav, kahl, lederartig und mit einem nach der Blütezeit ausgebreiteten Rand versehen.

IV. *Corolle.* — BAILLON l. c.: 5 wechselständige Petala, die in der Knospelage gedreht oder zusammengefaltet sind. Sie sind wechselweise und fast unter dem Gynäceum inseriert, gleichartig gewunden oder seltener dachziegelig gedeckt. — GUILLEMIN und PERROTTET l. c.: Die Corolle ist 5-blumenblättrig. Die Blumenblätter sind in der Aestivation aufgerollt. — GAERTNER l. c.: Die Krone ist 5-blättrig, hypogyn. In der Aestivation sind die Petala an der Spitze zusammengerollt, nach der Entfaltung sternförmig verteilt. Sie sind umgekehrt herzförmig, 13,2 mm lang, hohl, sitzend, gelb und hinfällig. — END-

LICHER l. c.: Die Corolle hat 5 Petala, die hypogyn, unbenagelt, während der Aestivation mit den Spitzen zusammengerollt sind. — GILG l. c.: Die Petala sind viel länger als die Sepala, in der Knospenlage gedreht, wenig verlängert und konisch.

V. *Androeceum*. — BAILLON l. c.: Das Androeceum ist aus einer sehr beträchtlichen Anzahl von in vielen Reihen angeordneten Stamina gebildet. Die Filamente sind frei, aber ganz unten verwachsen und von einer Anthere mit zwei gleichmäßigen, längsgefurchten Fächern gekrönt. Die Anthere ist geradlinig, ohne Spitze, einwärts gewendet und längs aufspringend. — GUILLEMIN und PERROTTET l. c.: Die Stamina sind sehr zahlreich und vielreihig angeordnet. Sie haben linealische, zweifächerige Antheren, die an der Spitze und seitlich aufspringen. — GAERTNER l. c.: Die Stamina sind sehr zahlreich, frei, hypogyn, mit vielreihigen haardünnen Filamenten versehen und 1 lin = 2,2 mm lang. Sie haben aufrechtstehende, an der Basis angeheftete Antheren, die kaum einwärts gebogen, vierfach gefurcht und doppelt so lang wie die Filamente sind. Die Antheren haben zwei Fächer, die durch einen deutlichen Riß an der Spitze aufspringen. — ENDLICHER l. c.: Die Stamina sind hypogyn, sehr zahlreich, etwa zweireihig, mit fadenförmigen Filamenten versehen und kurz. Sie haben zweifächerige Antheren mit linealischen Fächern, die verwachsen und parallel sind und sich gegenüberstehen. Die Antheren haben keinen Diskuswulst und springen an der Spitze mit einem seitlichen Riß auf. — BENTHAM und HOOKER l. c.: Die Stamina sind sehr zahlreich, die Antheren linealisch, nicht zugespitzt und mit gleichkammerigen Fächern versehen. — VAN TIEGHEM l. c.: Das Androeceum hat eine große Anzahl von Stamina, die frei und ganz regelmäßig um das Receptaculum verteilt sind. Sie stehen in 5 wechselständigen Reihen, deren jede etwa 30 zählt. Es gibt somit im Mittel 150 Stamina. Jedes Teilstamen setzt sich aus einem zylindrischen Filament mit einer an der Basis angehängten schmalen Anthere zusammen. Die Anthere ist viel länger als das Filament, und zwar 5 mm, dem gegenüber 3 mm das Filament; sie ist mit 4 Pollensäcken versehen, die sich seitlich längs öffnen. Die Spalten beginnen an der Spitze mit einer knopflochähnlichen Öffnung. Sie verlängern sich dann allmählich stark gegen die Basis hin, weswegen ein, poricides Aufspringen anzunehmen ist. Obwohl Baillon 1867 dies schon lange beobachtet hat, hat GILG das Aufspringen der Anthere als ein apikales erst im Jahre 1892 beschrieben und abgebildet. Die Pollen sind einfach, mit glatter Exine, rund und farblos und von 3 eingelagerten meridianen Bändern umgürtet. — GILG l. c.: Die Stamina sind sehr zahlreich, alle fruchtbar, ungefähr in 3—5 sehr undeutlichen Kreisen angeordnet und am Grunde der verlängerten Blütenachse inseriert. Die Filamente sind fadenförmig und an der Basis etwas verdickt. Die Antheren sind ungefähr so lang wie die Filamente, länglich linealisch und springen an der Spitze mit zwei kurzen Längsrissen auf.

VI. *Gynaeceum*. — BAILLON l. c.: Das Gynaeceum ist frei; es ist aus einem einfächerigen Ovar gebildet, konisch und endigt in einem Griffel mit zwei sehr kurzen pfriemenförmigen Spitzen, die zurückgebogen sind und besonders frühzeitig verschwinden. Am Grunde des Faches erhebt sich eine freie, zentrale Placenta, welche an jeder Seite zwei Reihen von ziemlich zahlreichen (oft 8—16) Samenknochen trägt. Diese sind aufsteigend, zusammengefaltet anatrop und mit einer nach unten und oben gerichteten Mikropyle angeordnet. — GUILLEMIN und PERROTTET l. c.: Das Ovar ist konisch, ein-

fächerig, mit vielen Samenknospen versehen. Der Stempel ragt mit zwei Narben hervor. Die Samenknospen stehen an der Spitze der zentralen Placenta, die aus dem Grunde des Ovars aufsteigt. Sie sind somit auf einem Köpfchen verteilt angeordnet. — GAERTNER l. c.: Das Ovar ist konisch und überragt die Stamina kaum. Es ist einfächerig, mit vielen Samenknospen versehen und von zwei sehr wenig zurückgebogenen Stigmata gekrönt. Die Samenknospen sind an der dicken zentralen Placenta, die kurz aus dem Grunde des Ovars aufsteigt, angewachsen. Sie sind länglich, mit zurückgebogenen Häkchen versehen und zu einem Köpfchen vereinigt. — ENDLICHER l. c.: Das Ovar ist konisch und einfächerig. Die sehr zahlreichen Samenknospen sind an der freien, dicken, zentralen Placenta angewachsen. Sie sind länglich, gekrümmt, hakenförmig und zu einem Köpfchen vereinigt. Der Stylus endigt in zwei sehr kleine, rückwärts gewendete Stigmata. — BENTHAM und HOOKER l. c.: Das Ovar ist einfächerig. Der Stylus ist konisch und an der Spitze kurz zweiteilig. Die Samenknospen sind zahlreich (8—12), an der aufrechten, zentralen Placenta angeordnet und anatrop zurückgebogen. — VAN TIEGHEM l. c.: Der Stempel ist aus zwei Carpellen, die einander gegenüberstehen, zu einem konischen Ovar zusammengewachsen. Er ist längsgefurcht und zu einem Griffel verlängert, der an seiner Spitze zwei divergierende Stigmata trägt. Die Serienquerschnitte durch den Stempel zeigen, daß die Carpelle in ihrem unteren Viertel verwachsen sind, wo das Ovar zweifächerig ist. Dort, wo es einfächerig ist, sind sie offen. Die Gesamtheit der Funiouli bildet eine Franse. Jedes der Fädchen dieser doppelten Franse krümmt sich nach außen hinaus in Gestalt eines Häkchens und endet mit einer orthotrop hängenden Samenknospe. Sie sind also keineswegs anatrop gedreht, wie gewöhnlich angenommen wird. (Es folgt die mikroskopische Beschreibung der Samenanlage, die dazu zwingt, sie in die Kategorie der crassinucellen, unintegumentierten einzureihen, ferner eine Mitteilung der Befunde, die sich aus der Untersuchung des Gefäßbündelverlaufs ergeben haben.) — GILG l. c.: Das Ovar trägt an der Basis eine diskusartige Wucherung. Es ist aus zwei Carpellen gebildet und unvollständig zweifächerig. Die Scheidewand hört in geringer Höhe über der Basis des Ovars auf und läuft nach oben allmählich in den kurzen, dicken, an der Spitze deutlich gegabelten Griffel aus. Die Anzahl der Samenanlagen beträgt 10—20; sie sind aufrecht, umgewendet, mit einem dünnen Integument und sitzen der unvollständigen Scheidewand an. VAN TIEGHEM begründet auf *Lophira* die Familie der Lophiraceen. Die Gründe für die Ausschließung von den Ochnaceen (zwei Carpelle zu einem unvollkommen zweifächerigen Ovar zusammengeschlossen, das dünne Integument der Samenanlage, Bau der Frucht) sind meiner Ansicht nach nicht stichhaltig.“

Aus der vorstehenden Übersicht ergibt sich eine weitgehende Übereinstimmung in der Beschreibung der *Lophira alata*, so daß hiermit die Blüte ausreichend charakterisiert erscheint. Trotzdem zeigt ein Vergleich der Abhandlungen Unstimmigkeiten bezüglich folgender Merkmale. Nach VAN TIEGHEM sind die Sepala hinfällig, während sie in allen anderen Arbeiten als bestehen bleibend bezeichnet werden. BAILLON erwähnt freie oder fast freie Sepala, die

alle anderen Verfasser als an der Basis verwachsen erkennen. BAILLON, GUILLEMIN und PERROTTET sowie GAERTNER haben sehr zahlreiche, in vielen Reihen angeordnete Stamina festgestellt; demgegenüber beschreiben ENDLICHER sehr zahlreiche Stamina in etwa 2 Reihen, GILG in 3 bis 5 undeutlichen und VAN TIEGHEM in 5 wechsel-

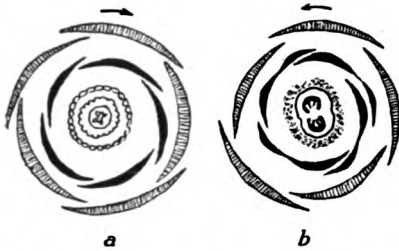


Fig. 19. Blütendiagramm von a) *Lophira alata* Banks (Baillon 1873), b) *Lophira procera* A. Chev. (A. Chevalier 1916)

ständigen Reihen. Bezüglich der Fächerung des Fruchtknotens stellen VAN TIEGHEM und GILG im Gegensatz zu allen anderen Verfassern fest, daß der Stempel nicht einfächerig, sondern unvollständig zweifächerig gebaut ist. Diese Tatsache erklärt sich daraus, daß die Verwachsung der zwei Carpelle nur in ihrem unteren Viertel besteht, und somit das Ovar in diesem Teil tatsächlich zweifächerig ist. Endlich bezeichnen VAN TIEGHEM und GILG übereinstimmend die Samenknospe als orthotrop hängend bzw. gedreht, während BAILLON und BENTHAM und HOOKER von einer anatropen Samenknospe sprechen.

Untersuchungen an der Blüte. Figur 19 ist die Wiedergabe des Blütendiagramms von a) BAILLON (1873) und b) A. CHEVALIER (1916). Das Diagramm a) gibt die Anordnung des Kelch- und Blütenblattkreises im Sinne des Uhrzeigers wieder, so daß also die Sepala 1 und 2 doppeldeckend, 3 deckend und gedeckt, 4 und 5 doppelt gedeckt sind. Im Blütenblattkreis folgen die Blätter regelmäßig abwechselnd, mit dem „vorderen“ Teil deckend, dem „hinteren“ Teil gedeckt. CHEVALIERS Blütendiagramm ist das Spiegelbild zu diesem; mithin lagen den Diagrammen Blüten antidromer Sprosse zugrunde.



Fig. 20. Sepala von *Lophira alata* Banks, nat. Gr.

Die *Sepala* von *L. alata* (Fig. 20) sind frei, lederartig, starr, glänzend, kahl und niemals hinfällig. (Bei allen Früchten im Berliner Herbar sind sie erhalten geblieben.) Sie sind mit breiter Basis dem Blütenboden inseriert und mehr oder weniger nach oben keilförmig zugespitzt. Sepala 3, 4 und 5 haben rundliche Formen; die beiden letzteren sind fast immer, 3 manchmal durch zwei Längs-

risse dedoubliert. Die beiden ersteren Kelchblätter sind vor den übrigen dadurch ausgezeichnet, daß sie nur in ihrer unteren Hälfte das reichverzweigte Gefäßbündelnetz aufweisen, wie es die übrigen auf der ganzen Blattfläche haben; ihre obere Hälfte ist nur von wenigen Gefäßbündeln durchzogen. Infolge anderer Größenverhältnisse von Länge zu Basis sind die Sepala von *L. procera* schlanker und weniger gedrunken als die von *L. alata*. Im übrigen bestehen zwischen beiden keinerlei Unterschiede (Fig. 21).



Fig. 21. Sepala von *Lophira procera* A. Chev., nat. Gr.

Innere Morphologie der Sepala. (Lophira alata und L. procera.)

— Die Epidermis ist bei den deckenden Sepalen derbwandiger als bei den gedeckten. Besonders sind die Blattränder hierdurch vor dem Einreißen geschützt. Die Cuticula zeigt feine Längsfaltung. Die sehr spärlichen Spaltöffnungen sind in der Mehrheit rechtwinkelig zu den Nerven gestellt, ihre Nebenzellen wie beim Laubblatt angeordnet. Die Spiralgefäße sind mit weitleumigen Bastfaserscheiden umgeben, die vorwiegend an den anastomosierenden Endigungen bizarre Formen annehmen. Im Mesophyll der Felder kommen auch isolierte, an das Gefäßsystem nicht angelehnte, starkwandige sklerenchymatische Zellen vor, die sich immer am Rand und dann

nur in der unteren Region des Blattes vorfinden. Bei *L. alata* sind sie sehr häufig vollkommen isodiametrisch, bei *L. procera* stets prosenchymatisch; in beiden Fällen sind sie mit schräg gestellten Spaltentüpfeln versehen. Bei der letztgenannten Art verlaufen in allen Kelchblättern die Gefäßbündel gleichmäßiger und strenger parallel, während diese Regelmäßigkeit bei *L. alata* durch zahlreiche Ana-

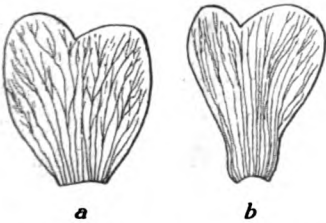


Fig. 22. Petalum von a) *Lophira alata* Banks, b) *Lophira procera* A. Chev., nat. Gr.

stomosen gestört wird. Auch sind hier die Endtracheiden, allerdings ganz schwach, erweitert; vielleicht handelt es sich hier um die Anfänge zur Bildung von Speichertracheiden. Jedenfalls heben sie sich durch ihre Tendenz, sich am Ende nicht zu verzweigen, von denen der *L. procera* hervor. Die Hauptmenge des Ca-Oxalats ist in den Cristarquezellen abgelagert. Es kommen aber

auch viele Einzelkristalle und sogar Drusen vor. Ganz erheblich sind die oberen und seitlichen Regionen der Blätter in der Nähe der Gefäßbündelendigungen von kristallführenden Zellen bevorzugt.

Die 5 *Petala* sind bei *L. alata* frei, völlig gleichförmig und unbenagelt (Fig. 22a). *L. procera* (Fig. 22b) unterscheidet sich durch eine weniger gedrungene Form der Blütenblätter; nach der Basis hin verjüngen sich die Blätter sehr plötzlich. Diese Gestaltung macht sie der Form benagelter Kronenblätter sehr ähnlich.

Innere Morphologie der Petala (Lophira alata und L. procera). — Die Wandungen der Epidermiszellen sind sehr zart, bei *L. procera* aber immerhin etwas derber. Bedeckt sind sie mit einer sehr feinen, längsgefältelten Cuticula. In jedes Blatt treten fast stets 14, selten 13 oder 15 Gefäßbündel ein. Die von *L. alata* haben sehr spärliche Bastbelege, die bei der anderen Art, zumal in großen Blättern, häufiger auftreten. Sie sind aber im Gegensatz zu den Kelchblättern stets gestreckt; es kommen nie isodiametrische Formen vor. Auch hier wird wieder der Blattrand bevorzugt. Die Spaltöffnungen sind sehr spärlich, ihre Größenverhältnisse die gleichen wie bei den Laubblättern; *L. alata* hat also kleinere als *L. procera*. Ihre zahlenmäßige Verteilung bietet keinerlei Anhaltspunkte. Bei Blättern ein und derselben Blüte sind sie manchmal häufiger, dann wieder kaum zu finden. Auch ist, da sie durch die Faltung der Cuticula schwer zu sehen sind, ihre Reaktion auf Jod nicht immer verlässlich. Bei *L. alata* zeigen sich wieder ganz schwach, etwa keulenförmig erweiterte Endtracheiden, die bei *L. procera* fehlen. Die Kristallablagerung ist ganz anderer Art als bei den Sepalen. Einzelkristalle und Drusen fehlen ganz; es findet sich ausschließlich, über das ganze Blatt verstreut, grobkörniger Sand. Bei *L. procera* ist er vornehmlich zu beiden Seiten der Gefäßbündelendigungen in dichten, länglichen Kolonien abgelagert.

Das polystemone Androeceum läßt bei den Blüten beider Arten hin und wieder, d. h. nur für jeweils einen bestimmten Teil eines Kreisbogens, eine Reihenordnung der Antheren erkennen, und zwar bis zu 5 oder 6 Reihen. Die Filamente sind an der Basis nie verwachsen, obwohl es bisweilen den Anschein hat. Der Grund hierfür liegt darin, daß das eine Gefäßbündel, welches es durchzieht, erst unmittelbar an der Insertionsstelle aus dem Verband der Gefäßbündel des Receptaculums austritt, beim Entfernen der Stamina daher stets mehrere mit den Gefäßen verbundene herausgerissen werden. Es ist müßig, für das Längenverhältnis Anthere zu Fila-

ment Zahlenwerte anzugeben, wie es GAERTNER und VAN TIEGHEM getan haben, da dieses innerhalb der einzelnen Blüte stark schwankt. Diese Schwankungen sind aber bei fast gleichbleibender Länge der Antheren durch die verschiedene Größe der Filamente bedingt. Es zeigte sich, daß die Länge der Antheren von *L. alata* 3,5—4,5 mm, bei *L. procera* 5,5—6,0 mm beträgt (Fig. 23a, b). Abgesehen von den Längenmessungen treffen im übrigen alle Literaturangaben für *L. alata* auch für die andere Art zu. Die Anheftungsstelle des Filaments liegt an der Basis der Anthere; ihre Lage zueinander bedingt eine introrse Stellung.

Innere Morphologie des Androeceums. Die Filamente beider Arten sind mit einer stark gewellten Epidermis versehen. Eine Abweichung von der allgemein üblichen Gestalt ist beim Exothecium zu beobachten. Seine Zellen besitzen stark papillöse Ausbildung, deren kappenartige Vorwölbungen schwach verdickt sind. Die sie bedeckende Cuticula ist in radialer Richtung sehr fein gestrichelt.

Die **Pollen** sind mit glatter Exine versehen; beide Arten zeigen in ihrer Gestaltung völlige Übereinstimmung.

Morphologisch und anatomisch ergibt die Untersuchung der Serienquerschnitte und Längsschnitte des *Gynaeceums* keine unterscheidenden Befunde in beiden Blüten. Es machte sich gerade hier das Fehlen von größeren Mengen an Beobachtungsmaterial störend bemerkbar. Aus diesem Grunde muß dahingestellt bleiben, ob Studien an frischen Blütenteilen doch noch weitere Ergebnisse zeitigen würden.

Die **Früchte** (Fig. 1 und 2) sind, was die äußere Form anbetrifft, dadurch gekennzeichnet, daß sie im ausgewachsenen Zustand bei *L. alata* eine gedrunken konische Form haben; die von *L. procera* zeichnen sich durch ihre schlankere Gestalt und größere Länge aus. Es hat den Anschein, als ob die Stigmata bei dieser Art dank ihrer stärkeren Entwicklung länger erhalten blieben. UNWIN (1920) hebt hervor, daß *L. alata* fleischigere Früchte als die andere Art erzeugt.

Der Stamm

GILG (1895) teilt folgendes (auszugsweise) über die Achsenstruktur der Ochnaceen mit:

„Gefäße ziemlich englumig, unregelmäßig über das Holz zerstreut; oft, aber auch durchweg, in radialen Reihen. Gefäßglieder kurz, einfach perforiert. Holz-

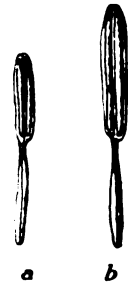


Fig. 23.
Staminum v.
a) *Lophira*
alata Banks,
b) *Lophira*
procera A.
Chev.
3fach vergr.

parenchym spärlich, teilweise im Libriform eingesprengt. Holzprosenchym fast ausschließlich echte mechanische Zellen, deren Wände bis zum Verschwinden des Lumens verdickt sind. Mit spärlichen, linksschiefen Poren, Libriform mit fast völlig verdrängtem Lumen hat ganz außerordentlich selten behöftete Poren. Markstrahlen meist einreihig, aber auch 4- bis 6-reihig. Rinde mit großen Mengen von Steinzellen, auch mit sehr langen mechanischen Zellen. Rinde, Markstrahlen und Mark tief gefärbt, daher Gerbsäure führend. Rindenständige Gefäßbündel, teilweise häufig, aber auch spärlich und reduziert“.

Zu vergleichenden anatomischen Studien gewährt die Struktur der Achse der beiden *Lophira*-arten, von der verschiedenen Beschaffenheit des Korkes abgesehen, keine weiteren Anhaltspunkte. Die mit zunehmendem Alter rasch fortschreitende Sklerotisierung hat nämlich eine weitgehende Veränderung der Bilder zur Folge; es ist daher unbedingtes Erfordernis, daß Achsenstücke gleichen Alters zur Untersuchung herangezogen werden. Außerdem konnten aber zu den bereits bekannten Merkmalen noch einige erwähnenswerte hinzugewonnen werden.

Wie schon erwähnt, ist die Korkschicht bei *L. alata* ganz bedeutend mächtiger. Gleichartige Internodienstücke waren bei *L. alata* mit einer primären und sekundären Korkschicht umgeben, die bei *L. procera* nur einfach ist und in ihrer Stärke etwa ein Fünftel oder noch weniger von jener beträgt. Nach innen folgt dann auf die Rindenschicht und den im Pericykel gelegenen Kreis der rindenständigen Gefäßbündel das Kambium und der mit zweireihigen Markstrahlen (ebenfalls für beide Arten zutreffend) versehene Holzkörper. Dieser schließt das Mark ein, das in seiner Grundmasse aus parenchymatischen Zellen besteht. Die in axialer Richtung etwas gestreckten, im Querschnitt isodiametrischen Zellreihen sind recht kurzgliederig, was das häufige Auftreten der Querwände im Hirnschnitt beweist. Auch Interzellularen sind ziemlich häufig. In der Achse finden sich verstreut liegend eine große Anzahl von markständigen Gefäßbündeln mit separiert gelegenen Hartbastgruppen. Die äußerst langen sklerenchymatischen Elemente des Markes zeigen neben grober Schichtung eine deutliche Drehung; sie äußert sich im Vorhandensein einer feinen Strichelung, die mit der Längsrichtung der Fasern einen Winkel von etwas mehr als 45° bildet. Im Querschnitt erscheinen diese Risse als dunkle Punkte, die beim Heben und Senken des Tubus eine rotierende Bewegung ausführen. Ferner finden sich Stabzellen mit stumpf abgerundeten Endigungen vor. Sie stellen sich mit ihren sklerotisierten Wänden in die Mitte zwischen Parenchym und Sklerenchym. Die Ablagerung des oxalsäuren Kalkes findet in Form von

Einzelkristallen in den Kristallkammerfasern und Cristarquezellen, die auch hier nicht fehlen, statt. Ganz vereinzelt enthält auch das Markparenchym kleine Einzelkristalle; niemals aber kommen Drusen vor. Hier konnte ferner kleinkörnige Stärke beobachtet werden, deren Größe etwa 5—10 μ beträgt. Die Körner sind rundlich bis oval und haben eine kleine Kernhöhle, bisweilen auch sehr feine Kernspalten. Zusammengesetzte Formen treten in Gestalt von Zwillingen auf. Man hat sie vielleicht bisher deshalb übersehen, weil die Einwirkung des Jodes erst nach vorherigem Auswaschen der Schnitte mit Aceton vor sich gehen konnte. Mit Vorteil ist hierbei eine Mischung KJ und alkoholischer Jodlösung zu verwenden.

Bewertung der bisherigen Befunde

Bei der Lösung der vorliegenden systematischen Frage hinsichtlich der Selbständigkeit der zwei *Lophira*-arten mußten neben der Ermittlung der endomorphen Charaktere auch die exomorphen herausgestellt werden, wobei denen der Blätter und der Achse als den wesentlichsten Trägern phyletischer und biologischer Merkmale die wichtigste Rolle zufällt. Wenngleich bisher systematisch anatomische Untersuchungen der reproduktiven Organe noch wenig vorgenommen wurden, so kann man sie doch mit Erfolg zur Erhärtung der bereits ermittelten heranziehen. SOLEREDER (1899) weist darauf hin, daß auch die Wurzelstruktur bislang noch wenig berücksichtigt wurde. Hierbei ist aber in Erwägung zu ziehen, daß solche Arbeiten die aufgewandte Mühe selten lohnen, weil erfahrungsgemäß den Resultaten eine größere Bedeutung nicht beizumessen ist.

Die Konstanz der hier gefundenen biologischen Arteigenschaften muß als verlässlich angesprochen werden; bei schonendster Behandlung des zur Verfügung stehenden Sammlungsmaterials waren doch so viele von verschiedenen Exemplaren stammende Proben vorhanden, daß daran die immer wiederkehrende Beschaffenheit festgestellt werden konnte. Es kann nicht erwartet werden, daß der Standort von *Lophira alata* nun alle für xerophytische Pflanzen charakteristischen Merkmale zur Ausbildung hat gelangen lassen. Die Untersuchung der Blätter, Sprosse und Blüten hat aber doch schon einige recht typische Artmerkmale zutage gefördert, die durch mikroskopische Untersuchung des Holzes (s. S. 198 bis 201) noch erhärtet wird. Verfehlt wäre es, aus der Anzahl der Spaltöffnungen weitgehende Schlüsse ziehen zu wollen, da die Be-

obachtungen hierüber zu verschieden sind, daß man ihre etwaige geringe Anzahl als Indikator für die xerophytische Natur einer Pflanze ohne weiteres heranziehen könnte, wie es vielfach empfohlen wird. Die physiologischen Verhältnisse sind hier doch von zu vielen anderen Faktoren abhängig. Es sei in diesem Zusammenhang auf eine Arbeit von WALTER (1926) hingewiesen, der mitteilt, daß man bei xeromorphen Pflanzen häufig gerade eine außerordentlich große Anzahl von Spaltöffnungen antrifft.

Auf Grund der übrigen Befunde kann es aber keinem Zweifel mehr unterliegen, daß *Lophira alata* und *Lophira procera* als Vertreter zweier Arten anzusprechen sind, und daß die wesentlichen Merkmale erbliches Eigentum der Pflanzen sind.

Das Holz

Mehr oder weniger ausführliche Untersuchungen liegen vor von WIESNER (1918), KRAIS (1910), HOPKINSON (1912), STONE (1904), BOULGER (1908), VOLKENS (1909) und neuerdings von v. BREHMER (Wiesner 4. Aufl. 1928). Die ausführlichste Beschreibung ist die von v. BREHMER gegebene. In den wesentlichsten Punkten weichen diese Arbeiten nicht voneinander ab, sowohl hinsichtlich des Lupenbildes wie auch des mikroskopischen. Lediglich eine Beobachtung von VOLKENS, daß das Holz durch breite, heller gefärbte Markstrahlen im Querschnitt auffällig radiär gestreift sei, findet sich bei keinem anderen Autor. In der Tat sind solche Markstrahlen nie zu sehen. Sie zeichnen sich vielmehr durch ihre Feinheit und schwere Sichtbarkeit selbst bei Betrachtung mit der Lupe aus.

Es stand für die Untersuchung von *L. alata* ein aus Togo stammendes Splintstück zur Verfügung. Muster von *L. procera* wurden den eingangs der Arbeit erwähnten Proben entnommen, außerdem mehreren von der Hamburger Holzimportfirma Alfred NEUMANN zur Verfügung gestellten Einfuhrposten.

Die Holzprobe von *L. alata* zeigt einen rötlichbraunen Ton und besitzt keinen auffallenden Glanz. Das Lupenbild läßt auf dem Querschnitt regellos verstreute, nicht gerade zahlreiche Gefäße erkennen, die zu kleinen Gruppen vereinigt und bisweilen mit einem gelblichweißen Inhalt angefüllt sind. Sie finden sich stets von Parenchymbändern umgeben, die das Holz in dichten (24—28 auf 1 cm), konzentrischen, geschlossenen und mitunter welligen Ringen durchlaufen. Rechtwinkelig zu diesen Ringen stehen die äußerst feinen, mit bloßem Auge nicht oder kaum wahrnehm-

baren, ganz geraden und in fast regelmäßigen Abständen verlaufenden Markstrahlen. Sie treten im Radialschnitt als breite Streifen auf, die infolge ihrer häufig mit braunem Inhalt angefüllten und deshalb dunklen Zellen wenig auffällig sind. Ebenso tritt das breite Parenchym deutlich hervor. Die Gefäße erscheinen hier, wie in allen Längsschnitten, als grobe Striche, deren weißer Inhalt sie besonders auffällig macht. Der Tangentialschnitt erhält je nach seinem Richtungsverlauf durch die Parenchymbänder ein maseriges oder zackiges, daher sehr ornamental wirkendes Aussehen.

Das Holz von *L. procera*, auch der Splint, ist bedeutend dunkler. Die reichlichen harzigen Inhaltsstoffe verleihen ihm einen fettigen Glanz, der dem Holz im Verein mit der tief rotbraunen Färbung, die zutreffend mit der eingetrockneten Blutes zu vergleichen ist, ein so charakteristisches Aussehen gibt, daß die Erkennung des Holzes nach dem Augenschein sehr leicht ist. Bei gleicher Verteilung der Poren fällt hier zum Unterschied gegen *L. alata* die sehr feine Zeichnung des Parenchyms auf. Die Linien haben einen weiteren Abstand voneinander (16—24 auf 1 cm) und sind bedeutend schmaler. Bei ganz gesundem Kernholz sind die Ausfüllungen der Gefäße häufiger und durchweg tiefer gelb gefärbt als bei *L. alata*, was wohl durch Imbibition mit den färbenden Stoffen aus dem Nachbargewebe hervorgerufen wird. Im übrigen sind die Befunde die gleichen wie bei *L. alata*.

Mikroskopische Untersuchung (Tafel V und VI). Bei beiden Hölzern sind die regellos über den Querschnitt verstreuten Tracheen so angeordnet, daß sie in den Gruppen, die meist von zwei, selten von 3—4 Gefäßen gebildet werden, in radialer Richtung zueinander liegen. Vorwiegend ist ihre Lage so, daß die paratrachealen Parenchymbänder sie umkleiden und sich dabei verbreitern, das Parenchym also auch metatracheal ist. Seine Ausbildung ist ein wichtiges Kriterium für die Unterscheidung der beiden Arten. *L. alata* hat nämlich, was nach dem Lupenbild auch zu erwarten war, teilweise erheblich breitere Parenchymbinden, im Mittel 5—6, aber auch bis 8 Zellreihen breit, während bei *L. procera* ihre Anzahl 2—4, auch 3—5 beträgt. An den Kreuzungsstellen mit den Markstrahlen tritt bei beiden Arten meistens eine wesentliche Verbreiterung des Parenchyms auf, die bei *L. procera* noch deutlicher ins Auge fällt als bei *L. alata* (vgl. Tafel Va u. VIa). Auch die Markstrahlen beider Arten sind an diesen Stellen ver-

breitert. Das Lumen der Holzfasern erscheint im Querschnitt durchweg punktförmig oder strichförmig. Die Wände der Holzfasern zeigen eine deutliche Schichtung, die meistens in einer einzigen, scharf abgegrenzten Zone besteht.

Im Längsschnitt sind bei *L. alata* die Markstrahlen vorwiegend 3-reihig, vereinzelt 1- und 2-reihig, an den Kreuzungsstellen mit dem Parenchym 3- und 4-reihig. Ihre Höhe schwankt zwischen 0,135 mm und 0,975 mm. Am häufigsten treten solche mit 0,700 mm auf. Sie sind durchweg größer und massiger als bei *L. procera*, welche vorwiegend 1- und 2-reihige, vielfach 3-reihige, an den Kreuzungsstellen 3-, aber nur sehr vereinzelt 4-reihige Markstrahlen hat. Die Messung der Höhe ergab 0,165 bis 1,125 mm. Die größte Häufigkeit liegt hier bei 0,255 mm.

Die Tüpfel der Gefäße sind behöft; ihr Durchmesser beträgt 2,5 μ . Die größeren Gefäße sind leiterförmig verdickt. Die von WIESNER (1918) gegebenen Zahlen für die Zelldimensionen wurden für beide Arten als zutreffend befunden.

Inhaltsstoffe. Die Längsschnitte gestatten die Erkennung der oben erwähnten Inhaltsstoffe der Gefäße als schaumige Masse, die vielfach mit runden Hohlräumen durchsetzt ist. Diese hellen Ausfüllungen bezeichnet STONE (1904) als „kalkige“ Masse und UNWIN (1920) als „kieselige Salze“. WIESNER (1918) fand sie resistent gegen die Einwirkung von Kalilauge, Salzsäure und Alkohol und erwähnt, daß sie sich mit Eisenchlorid schwarz färben. Es konnte festgestellt werden, daß diese Reaktion nicht der Substanz selbst eigen ist, sondern auf andere aufgesogene Stoffe zurückzuführen ist.

Eine Isolierung durch Extraktion mit den gebräuchlichen organischen Lösungsmitteln mißlang. Mit der Präpariernadel aus dem Holz herausgeschabte Proben hinterließen bei der Verbrennung auf dem Platinblech keine Asche, womit ihre organische Natur dargetan ist. Es ist anzunehmen, daß es sich bei dieser Substanz um Kallose handelt, die wohl identisch mit der von TSCHIRCH (1906) als Wund- oder Kerngummi bezeichneten und von TEMME (1885, 465 ff.) näher untersuchten Gummisubstanz ist. Der Stoff zeigte folgende Reaktionen: Rotfärbung mit Phloroglucin-Salzsäure, Entfärbung einer Fuchsinlösung, Blaufärbung mit Resoblau. Eine makrochemische Untersuchung, die sich mit der Oxydation zu Schleimsäure und Oxalsäure mittels Salpetersäure in der Wärme hätte befassen können, mußte infolge der Unmöglichkeit, die hierzu erforderlichen Mengen zu gewinnen, unterbleiben. Bei Obähholz

(*Moreira Jaca*, Port. Westafrika) und *Mayámbo* (Mahagoniart, Franz. Kongo) lieferten die gleichartigen Ausfüllungen ebenfalls die Kalloserieaktion. Sie sind sonst bei Hölzern sehr selten zu finden. Der Zweck der Ausfüllungen ist vermutlich der, daß sie die Funktion der Thyllen übernehmen, doch muß es dahingestellt bleiben, ob sie zur Verstopfung funktionslos gewordener Gefäße dienen, oder ob sie die Kapillarwirkung des Gefäßsystems erhöhen sollen. Für letztere Annahme spricht die schaumige Beschaffenheit und das Vorkommen im Splint. Gegen die Annahme der Verstopfungsfunktion ist auch anzuführen, daß sich diese Stoffe dort nicht vorfinden, wo sie die *Lophirapflanze* gerade nötig hätte, nämlich an den Gefäßendigungen der Blattnarben. Neben diesen soeben beschriebenen Kalloseeinlagerungen findet man besonders in älterem Splintholz rein weiße Ausfüllungen.

Bongosiholz (*Lophira procera* A. Chev.) im Holzhandel

Die Befriedigung des Bedarfes an Bongosiholz findet ausschließlich auf der Basis von Lieferungsabschlüssen statt. Es kommen sowohl Partien in Vierkantholz als auch in Rundstämmen zum Verkauf. Die Handelsausmaße beschlagener Stämme mit Splint und Rinde betragen 0,40—1,00 m Stärke und 1,50 bis 5,00 m Länge. Besäumte Bohlen und Bretter werden bei der gleichen Länge wie das Rundholz mit 0,30—0,60 m Breite und 30—100 mm Stärke eingelagert. Die starke Neigung des Holzes zur Bildung von Schwindrissen läßt es empfehlenswert erscheinen, den Export nach Möglichkeit in Rundstämmen vorzunehmen. Das Holz ist ausnahmslos gesund, astrein und meist schlank gewachsen. Stellen mit flüchtigem Faserverlauf und Drehwuchs fehlen aber nicht. 1 cbm wiegt 1300—1500 kg. I. F. MÜLLER & SOHN teilen in ihrem Jahresbericht (1926) mit: Die Verarbeitung von Rundholz ist infolge des außerordentlich hohen spezifischen Gewichtes dieser Holzart nicht sehr wirtschaftlich.

Trotz der schlechten Lage auf dem Holzmarkt hat sich die Zufuhr von Bongosiholz nach diesem Bericht im Jahre 1926 auf 170 Blöcke im Gewicht von 500 t gehoben (vgl. die Tabelle auf S. 164), während bei allen anderen Holzsorten fast ausnahmslos ein sehr starker Rückgang zu verzeichnen war, der im Gesamtdurchschnitt etwa 50% beträgt. Der prozentuale Anteil von Bongosiholz an der Einfuhr afrikanischer Nutzhölzer hob sich von 0,13 bzw. 0,20% in den Jahren 1924 und 1925 auf 0,49%. Allerdings ist

dann im Jahre 1927 wieder ein erheblicher absoluter und prozentualer Rückgang zu verzeichnen, doch erreicht die Einfuhr 1928 nahezu wieder die Höhe des Jahres 1925.

Die Verwendung. Die Eingeborenen benutzen das Bongosiholz zum Hausbau und zur Herstellung von Booten, Geräten und Gefäßen. In Afrika (ENGLER-DRUDE [1921]) dient es als Brennholz und wird auch als Zimmerholz verwendet. Dank seiner hohen Querfestigkeit (siehe S. 204) hat es sich in den deutschen Kolonien als Schwellenholz beim Eisenbahnbau vorzüglich bewährt; auch wird es in den westafrikanischen französischen Kolonien als solches verwendet (GÉRAUD [1928]). Es wird hervorgehoben (ENGLER-DRUDE [1921]), daß die Schwellen wegen ihrer Resistenz gegen pflanzliche und tierische Parasiten — selbst nach zehnjährigem Lagern im feuchten Waldboden zeigte sich nicht der geringste Pilzmyzelbefall — besonders geschätzt waren.

Das Holz läßt sich nicht leicht sägen, übt aber, da es frei von Kieselsäure ist, auf das Sägeblatt keine ungewöhnlich stumpfmachende Wirkung aus. Auch ältere Stücke verbreiten dabei einen unangenehmen Geruch, der deutlich an den der Buttersäure erinnert. MILDBRAED beschreibt ihn als an Kot erinnernd (ENGLER-PRANTL [1925]). Stücke mit glattem Faserverlauf lassen sich bequem hobeln, doch ist die Erzielung einer glatten Oberfläche fast unmöglich, wenn die Fasern, wie es bisweilen der Fall ist, unter einem spitzen Winkel die Hobelrichtung schneiden. Bohren und Nageln ist mit starkem Kraftaufwand gut auszuführen, bei entsprechender Vorsicht springt das Holz nicht auf. Mit einer Schellack-Spirituspolitur kann man dem Holz leicht eine schöne und dauerhafte Politur verleihen.

Der Einfuhr steht das hohe spezifische Gewicht erschwerend im Wege: Man kann die Stämme daher auch da, wo es die örtlichen Verhältnisse an sich erlauben würden, nicht flößen. Für gewisse Bau- und Konstruktionszwecke ist Bongosiholz unentbehrlich. Es hat für auf Abnutzung stark beanspruchte Stellen seine Eignung mehrfach erwiesen. Seit etwa 1922 ist im Hamburger Hafen die Drehbrücke im Reiherstieg mit quer zur Fahrtrichtung liegenden Bongosibohlen belegt. Bei einer Verkehrsbelastung von 1000 und mehr Wagen jeder Größe pro Tag hat der bisherige geringe Verschleiß nur geringfügige Reparaturen erforderlich gemacht, die in diesem Fall auf eine unzumutbare Beschaffenheit des Untergrundes (Eichenholz) zurückzuführen sind.

In einem täglich mit Rollkarren befahrenen Schuppen des Fischereihafens in Hamburg scheint eine allerdings noch nicht sehr alte Karrbahn aus Bongosiholz sich dem zu diesem Zweck mit gutem Erfolg benutzten Zuckerahornholz überlegen zu erweisen. Ein Fußbodenbelag von Bongosi wird sich vor allem da bewähren, wo das von Wagen ständig abtropfende Oel eine Verwendung von Beton infolge der zerstörenden Wirkung der gebildeten Säuren ausschließt.

Materialprüfung

Spezifisches Gewicht. Da für das spezifische Gewicht der Inhalt des Holzes an Holzsubstanz, Wasser und Luft pro Raumeinheit maßgebend ist, ferner die Dichte auch eine Folge der Wachstumsbedingungen darstellt, — *L. alata* besitzt nach UNWIN (1920) eine geringere Schwere (ohne Zahlenangabe) als *L. procera* — und endlich die Brennkraft in geradem Verhältnis zur Höhe seines Gewichtes steht, so besitzt diese Zahl einen Wert, der über den einer bloßen physikalischen Kennziffer hinausgeht.

Hinzu kommt noch, daß die Druckfestigkeit eines Holzes nahezu gerade proportional dem Raumgewicht von trockenem Holz ist, diese aber hyperbolisch mit steigendem Wassergehalt abnimmt (LANG, 1915).

Zur Ermittlung des spezifischen Gewichtes wurde das hydrostatische Verfahren für das stark ausgetrocknete Holz als ungenau befunden, da, wie die nachfolgende Trockenwägung ergab, das Probestück trotz kurzer Versuchsdauer, wohl namentlich an den Hirnflächen, bedeutende Mengen Wasser angezogen hatte. Auch Einreiben mit Öl führte infolge der Großporigkeit nur zu ungenauen Resultaten. Als das zweckmäßigste Verfahren erwies sich für den vorliegenden Fall die Gewichtsbestimmung sehr sorgfältig bearbeiteter und mittels Schubleere bemessener vierkantiger Stäbe von genau 10 ccm Rauminhalt. Es ergab sich für Bongosikernholz aus der hiesigen Sammlung:

$$D = 0,998$$

$$1,046$$

$$1,131$$

Von der Firma THEODOR NAGEL u. KREYSSIG & Co. M. B. H., Hamburg, vor dem Kriege importiertes Holz hatte folgende Zahlen:

$$D = 1,116 \text{ (Kernholz)}$$

$$1,012 \text{ (Splintholz)}.$$

WEISKOPF (1913) verwendete für Festigkeitsprüfungen Holz vom spezifischen Gewicht 1,086 und 1,094. A. CHEVALIER (1916) gibt 1,078 an, A. BERTIN (1918—1920) für Elfenbeinküste 1,1, für Kamerun 1,05 bis 1,15, für Gabun 1,0 bis 1,4, (1926) 1,05 bis 1,15, J. MENIAUD (1922 1,1, Bull. of the Imp. Inst. (1926) 0,968 und LANG (1915) 1,060 bis 1,125.

Festigkeitsprüfungen. Folgende Tabelle enthält das Ergebnis von sechs Druck- und Zugfestigkeitsprüfungen, die in entgegengerichteter Weise im Laboratorium der Firma MOHR & FEDERHAFF, Mannheim, an der erwähnten, aus der hiesigen Sammlung stammenden Holzprobe vorgenommen wurden. Für die Zugproben wurden aus dem Stück zwei Probekörper herausgearbeitet, deren Abmessungen den in den Richtlinien des Internationalen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik (Brüssel 1906) aufgestellten Forderungen entsprechen. Die Dimensionen für die Würfel zum Druckversuch betrugen $30,5 \times 30,5 \times 30,5$ mm.

1. Zugfestigkeit

	P _{max}	Zugfestigkeit σ'	Dehnung in %
1.	3250 kg	940 at	0,6
2.	2280 „	610 „	0,6

2. Druckfestigkeit

a) Druckrichtung parallel zur Faser

	P _{max}	Druckfestigkeit σ'	
3.	8307 kg	890 at	
4.	7807 „	850 „	

b) Druckrichtung senkrecht zur Faser

	P _{max}	Druckfestigkeit σ'	
5.	5953 kg	640 at	
6.	5568 „	600 „	

Der Wert für σ ist aus $P_{\max} : F$ errechnet, wobei P_{\max} die Gesamtbelastung bis zum Bruch in kg und F der Querschnitt der belasteten Fläche in qcm ist. Der Einfachheit halber ist kg/qcm durch at ausgedrückt.

LANG fand für lufttrockenes Holz bei Belastung parallel zur Faser:

$$\sigma'' = 737 \text{ at,}$$

bei Belastung quer zur Faser:

$$\sigma'' = 537 \text{ at und}$$

$$332 \text{ „.}$$

Bei gedarrtem Holz zeigten sich die Werte niedriger (ohne Angabe der Dimensionen):

$$\sigma'' = 353 \text{ at und}$$

$$446 \text{ „.}$$

Diesen merkwürdigen Widerspruch mit den oben erwähnten Beziehungen von Raumgewicht zu Druckfestigkeit erklärt LANG mit dem möglicherweise eintretenden Sprödwerden des Holzes durch das Darren. Auffallend bei allen Versuchen ist die hohe Querfestigkeit im Verhältnis zur Längsfestigkeit. Bei Fichtenholz ist dieses Verhältnis 1 : 8 bis 1 : 9; bei Bongosi beträgt es nach den Werten der obigen Tabelle 1 : 1,4.

Wie man sieht, weist Bongosi Festigkeitszahlen auf, die fast den halben Wert der von weichem Eisen ausmachen; seine Bezeichnung „Eisenholz“ trägt es daher mit vollem Recht. Sehr eingehende Untersuchungen an Bongosi wurden ferner von WEISKOPF (1913) und im Bull. of the Imp. Inst. (1926) veröffentlicht, deren Wiedergabe hier zu weit führen würde, zumal auch die von den übrigen Versuchen abweichenden Maße der Probekörper einen Vergleich miteinander unmittelbar nicht gestatten. Über den Einfluß der Abmessungen der Probekörper auf die Ergebnisse berichtet das Materialprüfungsamt Stuttgart (1922) ausführlich. Es kann nicht unterlassen werden, an dieser Stelle darauf hinzuweisen, daß leider die meisten Veröffentlichungen über Festigkeitsbestimmungen von Hölzern die vom Internationalen Verband für die Materialprüfungen der Technik aufgestellten Normen für die Abmessungen der Probekörper unberücksichtigt lassen.

Endlich sei noch das WEISKOPFSche Prüfungsergebnis (1913) von Holzwürfeln auf Abnutzung unter dem Sandstrahlgebläse angeführt. Die Einwirkung des Sandes erfolgte unter 2 at Druck während einer Versuchsdauer von 2 min bei einem Schablondurchmesser von 5 cm.

	Gewichtsverlust pro qm Stirnfläche in g	Gewichtsverlust pro qm Seitenfläche in g
1.	122,3	336,4
2.	101,9	494,4
3.	117,2	275,1

Im Vergleich hierzu Deutsche Eiche Mild:

1.	642,0	713,0
2.	606,5	815,0

Versuche zur Verwertung der Abfälle

Um die Möglichkeit einer Verwertung der Abfälle zu untersuchen, die die Hälfte und mehr des Baumes ausmachen können (JENTSCH, 1911), wurden folgende Versuche angestellt.

Holzverkohlungsversuche

Zur Ermittlung der Ausbeuten unter verschiedenen Versuchsbedingungen, deren Resultate für eine Rentabilitätsberechnung eine Basis bieten können, wurden Schwelversuche im Laboratorium der Berliner Städtischen Gasanstalt in Berlin-Tegel ausgeführt. Für die Bereitwilligkeit, mit der mir die Apparaturen zur Verfügung gestellt wurden sowie für die wertvollen Ratschläge sage ich an dieser Stelle Herrn Stadtoberchemiker Dr. W. BERTELSMANN in Berlin meinen aufrichtigen Dank.

Nach HAWLEY-SCHREIBER (1926) ist der Fabrikationsgang der Trockendestillation kurz folgender: das Holz wird in der Abgaswärme der Feuerung bis zu einem Wassergehalt von zirka 15—20% vorgetrocknet. Nach Besatz der eisernen Retorte erfolgt Anheizen, bis das bisher nur aus Wasser bestehende Destillat nach der 4. Stunde gefärbt abläuft. Nachdem in der 8. bis 10. Stunde im Destillat Teer auftritt, ist der Prozeß in der 22. Stunde beendet. Zur Befeuerung werden in den meisten Fällen die Holzgase und Teer verwendet, die eine gute Regulierung der Temperatur gestatten. Das Destillat wird in einem System von Sedimentierbottichen vom Teer befreit, aus dem Absatzteer durch Destillation die restlichen Holzessigmengen gewonnen, der Hauptanteil des rohen Holzgeistes vom gelösten Teer befreit und die Endprodukte zusammengegeben. Nachdem die Hauptcharge der rohen Holzsäure mit Kalkmilch neutralisiert worden ist, wird der Holzgeist herausfraktioniert und die Säure bis zu einem Gehalt von 82% konzentriert. Der Kalziumazetatbrei wird dann unter Benutzung der Abgaswärme auf Darren getrocknet und gelangt als Braun- oder Graukalk in den Handel.

Diese Fabrikationsmethode soll durch den Laboratoriumsversuch mit einigen nötigen Modifizierungen nachgeahmt werden.

Versuchsanordnung: Die Destillation wurde bei vertikaler Retortenlage derart ausgeführt, daß ein Porzellanrohr von etwa 4 cm lichter Weite mit 100 g Holz besetzt im Innern eines aufrechtstehenden Platinofens so untergebracht wurde, daß sich der Ofen an dem Rohr mittels Kurbelantrieb auf und nieder bewegen ließ. Für Verhütung von Wärmeabstrahlung sorgte eine Asbestabdichtung. Zur Kontrolle der Temperatur diente ein Thermoelement, dessen Eisen-Konstantanlötstelle mittels eines dünnen Pyrometerrohres von oben in das Porzellanrohr eingeführt und verkittet wurde. Dem unteren Ende wurde eine durch Vorstoß verbundene, gewogene Vorlage angekittet, und das Herausfallen des Holzes durch eine mittels Spiralfeder gehaltene Porzellankugel ver-

hindert. Der zweite Tubus der Vorlage gestattet den Austritt der Gase in eine mit Sägespänen gefüllte WULFFsche Flasche. Diese Anordnung war der sonst empfohlenen Benutzung eines LIEBIGkühlers vorzuziehen, da die Reinigung durch Erneuern der Sägespäne sehr einfach zu bewerkstelligen war. Die durch eine Waschflasche geleiteten Gase wurden in einem mit Ölverschluß gesicherten Gasometer aufgefangen, dessen Skala die Ablesung der Menge bis auf ein Zehntel Liter gestattete. Zur Verkohlungs gelangten kleine Scheite von der ungefähren Größe eines halben Bleistiftes, deren Wassergehalt durch vorsichtiges Trocknen vor jedem Versuch auf 15% eingestellt wurde.

Die Ausbeuten der Versuche 1—4 sind folgende:

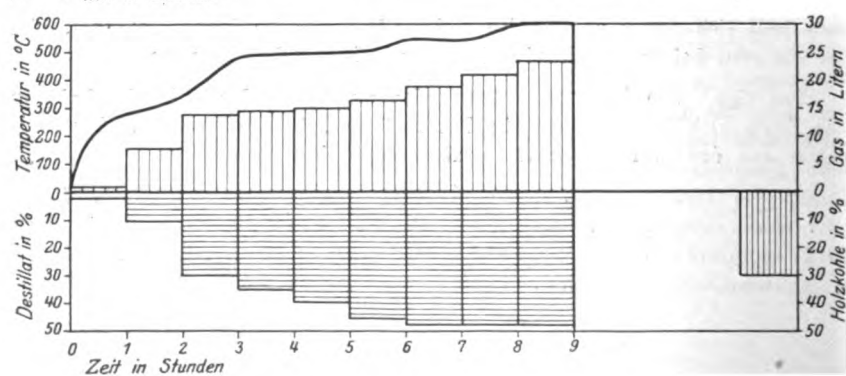
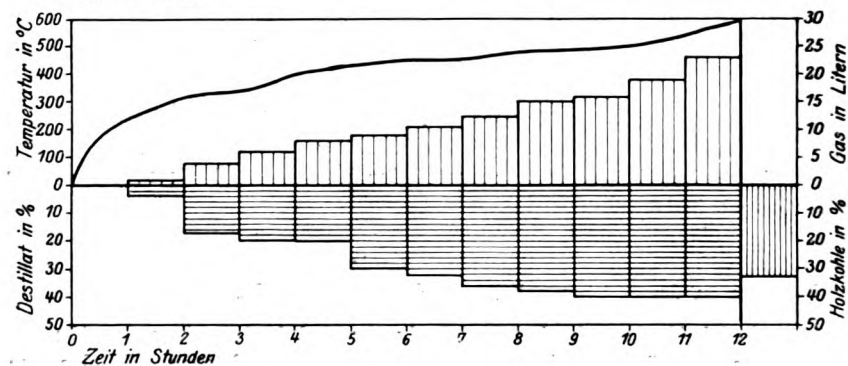
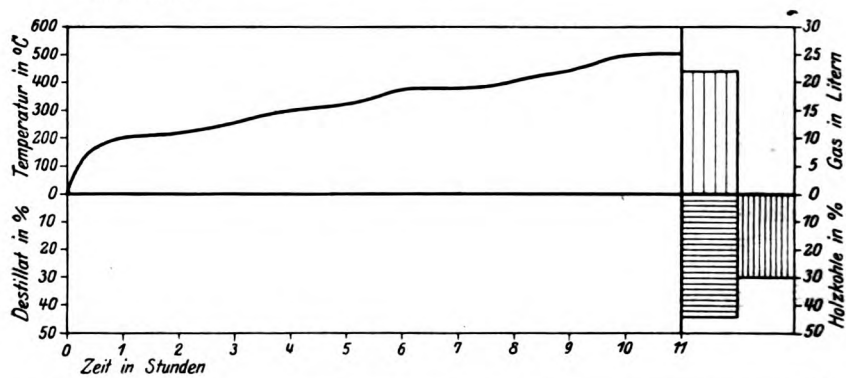
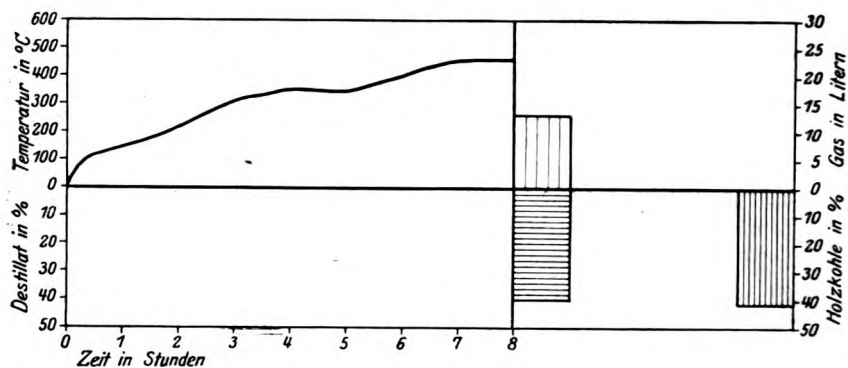
	Roher Holzessig	Holzkohle	Gas
Nr. 1	39,7 %	40,5 %	13,3 l
Nr. 2	43,8 „	30,5 „	22,0 „
Nr. 3	40,0 „	33,0 „	23,0 „
Nr. 4	47,8 „	29,8 „	23,5 „

Aus den Kurven Seite 208 ist der Verlauf der Versuche ersichtlich. Nr. 1 und 2 geben die Temperaturkurve bei der Destillation und die erzielten Ausbeuten an rohem Holzessig (einschließlich Teer), Holzkohle und Gas wieder. Aus den Kurven Nr. 3 und 4 kann außerdem der quantitative Verlauf der Entgasung und der Umsetzung in flüssige Produkte entnommen werden. Da für die Fabrikation eine höchstmögliche Ausbeute an letzteren erwünscht ist, so läßt sich aus den Kurven der Schluß ziehen, daß für das harte Holz eine ziemlich hohe Temperatur zur Erreichung dieses Zieles erforderlich ist. Weiterhin lehrt ein Vergleich der beiden letzten, daß man die Temperatur bis 280° C, also bis zum Eintritt der exothermen Reaktion, sehr rasch (Versuch Nr. 4) steigern kann, da jetzt erst gefärbtes Destillat in größeren Mengen auftritt; die Erhitzung unterhalb dieses Punktes machte lediglich Wasser frei. Die hohe Ausbeute an Holzkohle in Versuch Nr. 1 ist auf die kurze Versuchsdauer zurückzuführen, die aber bei Nr. 4 durch höhere angewendete Temperaturen ausgeglichen ist, und die hier auf Kosten der Holzkohleausbeute mehr Gas zur Entbindung bringen. Endlich geht hieraus hervor, daß für Bongosiholz die sonst angestrebte langsame Verkohlung zur Erzielung hoher Ausbeuten an Destillat nicht unbedingt erforderlich ist, denn das Maximum an diesem Produkt war in der 6. Stunde bei 550° C bereits erreicht.

Die **Holzkohle** ist sehr hart, grauschwarz und besitzt einen metallischen Klang. Die ursprüngliche Holzstruktur ist noch zu erkennen. Infolge der Härte läßt sich damit auf Papier nicht zeichnen. Sie brennt langsam, hält aber die Glut bei entsprechender Sauerstoffzufuhr sehr lange an.

Das **Gas**. Die Zusammensetzung des Gemisches der unkondensierbaren Gase zeigte sich für die Versuche Nr. 2, 3 und 4 sehr konstant. Die Gasanalyse aus den drei Versuchen ergab folgende Mittelwerte:

CO ₂	29,8%	CH ₄	18,8%
O ₂	0,4%	N ₂	3,1%
C _n H _m	1,4%	CO	26,5%
H ₂	19,6%		



Der theoretische Heizwert eines Gases dieser Zusammensetzung errechnet sich aus den unteren Heizwerten der brennbaren Komponenten, der für 1 cbm

$H_2 = 2570$ Cal., $CH_4 = 8562$ Cal., $CO = 3034$ Cal., $C_nH_m = \text{ca. } 16\,000$ Cal.

(nach BUNTE) beträgt. Hieraus folgt für

$H_2 = 0,196$ Raumteile	503,7 Cal.
$CH_4 = 0,188$ „	1609,7 „
$CO = 0,265$ „	804,0 „
$C_nH_m = 0,014$ „	224,0 „
= 3142,4 Cal.	
= 3141,4 Cal.	

(Unterer Heizwert.)

für 1 cbm Bongosiholzgas bei 1 at Druck und 15° C. Die Heizwertbestimmungen mit Prof. JUNKERS Kalorimeter lieferten aus nicht näher untersuchten Gründen höhere Zahlen, die deshalb hier nicht wiedergegeben sind. Beachtenswert ist der verhältnismäßig geringe Gehalt an Kohlendioxyd. Dieses erzielte Gas ist besser als Generatorgas und Wassergas, während es an Leuchtgas gemessen minderwertiger als dieses ist. In den meisten Fällen werden die Holzgase zur Beheizung der Retorten verwendet.

Die flüssigen Produkte. Das Destillat besteht aus einer braunen Flüssigkeit, die über dem zu Boden gesunkenen Teer steht, selbst Teer gelöst enthält und auf der Teer schwimmt. Der rohe Holzessig wurde durch Sedimentieren und nachfolgendes Abdestillieren vom Teer befreit, wobei zur Vermeidung von Zersetzungen der Kolben im Schwefelsäurebad erhitzt wurde. Der Rest konnte mittels Wasserdampf abgetrieben werden.

Die Bestimmung der Essigsäure erfolgte nach der von KLASON (1914) angegebenen Methode, wobei 20 ccm Rohsäure im Scheidetrichter mit Wasser und Chloroform behandelt wurden; nachdem das Chloroform das die Bestimmung störende Phenol aufgenommen hatte, wurde im wässrigen Anteil die Essigsäure mit Phenolphthalein als Indikator titriert. Hierbei muß die mittitrierte Ameisensäure in Abzug gebracht werden, deren Bestimmung nach Oxydation mit Quecksilberoxyd als Kohlendioxyd in CO_2 -freier Atmosphäre im Kaliapparat erfolgte. Nach erfolgter Umrechnung auf Essigsäure wurde der erhaltene Ameisensäurewert von der Gesamtsäuremenge abgezogen.

Der Gehalt an Methylalkohol und Azeton wurde festgestellt, indem diese in einer anderen Probe aus dem rohen Holzessig herausfraktioniert wurden.

Analysenresultate. (Probe Nr. 4.)

Roher Holzessig einschl. Teer	47,8%
Absatzteer und gelöster Teer	11,4%
Methylalkohol und Azeton	1,3%
Essigsäure und Ameisensäure	2,9%
davon Ameisensäure	0,3%

Das bei der trockenen Destillation wertvollste Produkt, die Essigsäure, ist in einem als mittelmäßig bis nahezu gering zu bezeichnenden Anteil erhalten worden, wenn man als Vergleich die Anforderungen heranzieht, die man an ein Hartholz in dieser Hinsicht zu stellen berechtigt ist. So liefern: Buche 5,2%, Birke 5,6%, Eiche 4,1%, Fichte 2,7% als Essigsäure berechnete Gesamtsäure (OST, 1923). Bei obiger Analyse mußte allerdings die im Teer noch verbliebene Säuremenge, die im fabrikatorischen Gang noch erfaßt wird, unberücksichtigt bleiben.

Zellstoff

Zur Vervollständigung der Eignungsprüfungen für technische Zwecke wurden Versuche angestellt, die sich auf die Papier- bzw. Zellstoffherzeugung erstrecken. Obwohl auf eine Anfrage in dieser Richtung bei der Kimberly-Clark Co. Wisconsin U. S. A. die Antwort zuteil wurde, daß die große Härte eine gründliche Dämpfung des Holzes unmöglich mache, und ungedämpft der Arbeitsverbrauch und der Steinverschleiß zu groß wäre, andererseits die Beanspruchung der rotierenden Messer der zum Zerkleinern vor dem chemischen Aufschluß notwendigen Maschinen unwirtschaftlich wäre, wurden doch in Gemeinschaft mit dem Betriebsleiter der Papier- und Dachpappenfabrik Podol-Weißwasser in Böhmen, Herrn Dipl.-Ing. KLETZL, Versuche angestellt, deren Ziel es war, die zum chemischen Aufschluß erforderlichen Chemikalienmengen zu ermitteln.

Eine Holzprobe Kamerunbongosi wurde mittels Tischlerwerkzeug so zerkleinert, wie es in der Holzputzerei mittels Maschinen geschieht. Die Holzstückchen hatten Maße von etwa 15—20 mm im Quadrat, bei einer Dicke von 2—3 mm. Sie wurden dann in eine Kapsel aus Bleiblech getan, deren Wände durchlocht waren, und in einen großen Cellulosekocher gebracht, in dem gerade eine Fichtenholzkochung vorgenommen wurde. Die Aufschließung erfolgte nach dem KELLNER-RITTER-Verfahren bei einer erreichten Höchsttemperatur von 138° C. Die Lauge enthielt 4.05 g SO₂ und 1.0 g CaO auf 100 ccm Flüssigkeit. Als nach 12 Stunden die Kochung abgebrochen wurde, erwies sich diese Dauer für Bongosiholz als unzureichend. Daher wurde ein zweites Mal 12 Stunden lang gekocht, nach darauffolgender mechanischer Aufschließung im BÜCHNER-trichter ausgewaschen und nach Art der alten Handpapiermacher ein Bogen Papier geschöpft.

Das Papier, oder besser die Pappe, hat in ungebleichtem Zustand ein graubraunes Aussehen und ist mit noch nicht völlig aufgeschlossenen Holzsplittern durchsetzt. Es ist daher erforderlich, der chemischen Aufschließung eine verschärfte mechanische folgen zu lassen, etwa durch Benutzung eines Kollerganges. Unter dem Mikroskop betrachtet, zeichnen sich die einzelnen Fasern durch ihre Länge aus, doch darf nicht unerwähnt bleiben, daß sie durch die Aufschließung vielfach Verletzungen erlitten haben, die sich in Knickungen mancher Fasern zeigen. Die Pappe ist, dem fachmännischen Urteil zufolge, als geringwertig zu bezeichnen.

Für eine Kalkulation kann zugrundegelegt werden, daß auf 100 kg Cellulose bei einmaliger Kochung 13 kg Schwefel erforderlich sind. Bei zweimaligem Aufschluß wird man 20 kg veranschlagen müssen: zur Erzielung von 100 kg ungebleichter Cellulose werden 0.48 bis 0.50 cbm Holz erforderlich sein.

Weitere chemische Untersuchungen des Holzes und der Rinde.

Die Bestimmung der pentosanfreien Rohfaser nach der Methode von J. KÖNIG, aber unter Verwendung einer Druckkochung im Autoklaven bei 3 at, ergab

$$\begin{aligned} &59.07\% \text{ und} \\ &59.76\% \\ &= 59.41\% \text{ im Mittel.} \end{aligned}$$

Um über den chemischen Aufbau des Bongosiholzes Kenntnis zu erhalten, wurden die Cellulosebestandteile einer qualitativen Untersuchung unterzogen.

Zur *Hydrolisierung* (v. D. HAAR [1920]) wurden 240 g Holzmehl in Chargen zu 40 g mit je 300 ccm verdünnter Schwefelsäure (46 g H_2SO_4 1,84 auf 1000 ccm Wasser) 6 Stunden am Rückflußkühler gekocht. Der Gewichtsverlust der eingesetzten Holzmenge betrug 38,75%. Nach dem Abfiltrieren wurde in der Wärme mit Bariumhydroxyd bis zum Neutralpunkt — als Indikator diente Tüpfeln mit Lakmuspapier — versetzt, wobei Gelbfärbung eintrat. Es wurde wieder filtriert, ausgewaschen, das Filtrat mit Tierkohle mehrmals entfärbt und möglichst stark eingeeengt, wonach eine zähviskose, gelbe Flüssigkeit mit grünlicher Fluoreszenz resultierte (im folgenden kurz Sirup genannt).

Prüfung auf Mannose: Weder freies, noch essigsäures Phenylhydrazin ergab eine Abscheidung von Mannosephenylhydrazon, also war Mannose nicht vorhanden. Es wurde ein Kontrollversuch mit 0,01 g Mannose angestellt.

Prüfung auf Galaktose: Die Prüfung auf Galaktose erfolgte nach der Reaktion von KENT-TOLLENS, die auf der Bildung von Schleimsäure bei der Oxydation von d- oder l-Galaktose mittels Salpetersäure beruht. 5 g des Sirups wurden mit 60 ccm Salpetersäure 1,15 auf dem Wasserbad auf $\frac{1}{2}$ des Volumens eingedampft, 24 Stunden stehen gelassen, und die entstandenen Kristalle auf der Nutsche gesammelt. Der Nachweis der Schleimsäure durch den Schmelzpunkt ($213\text{--}214^\circ$) konnte nicht geführt werden, da einmal die aus unreinem Medium auskristallisierte Säure auch durch häufiges Umkristallisieren sehr schwer rein zu erhalten ist, ferner die Reinigung durch Lösen in Natronlauge und Füllen mit Salzsäure bewirkt, daß ihre Löslichkeit in NaOH infolge Laktombildung fortschreitend abnimmt, was schon bei der zu Kontrollversuchen aus reiner Galaktose hergestellten Schleimsäure der Fall gewesen war. Die typische Kristallform der Schleimsäure hätte einen einwandfreien Nachweis durch Vergleichen der in Frage stehenden Kristalle mit der Kontrollsubstanz gestattet, doch war der erforderliche Reinheitsgrad nicht vorhanden. Es verblieb so noch folgendes Verfahren: Auf dem Objektträger wurde die Probe in Ammoniak gelöst und ein Körnchen Thalliumnitrat zugesetzt. Es bildeten sich Prismen, die die gleiche Form hatten wie die mittels reiner Schleimsäure erhaltenen. Dieser Nachweis gelingt außerordentlich glatt und ist zuverlässig. Im Sirup wurde demnach Galaktose, bzw. im Holz Galaktan nachgewiesen.

Prüfung auf Arabinose: Die Prüfung erfolgte nach der von NEUBERG (1900) angegebenen Methode durch Überführung der Arabinose in das Diphenylhydrazon. 10 g des Sirups wurden mit 6 g Diphenylhydrazin in absolut alkoholischer Lösung $\frac{1}{2}$ Stunde auf dem Wasserbad erhitzt und der Alkohol ersetzt. Nach 24-stündigem Stehen wurde das auskristallisierte Hydrazon auf dem Gooch-Tiegel gesammelt, aus 50%igem Pyridin umkristallisiert und im Vakuum getrocknet. Der Schmelzpunkt 202° bestätigt, daß es sich um das Arabinose-diphenylhydrazon handelt, womit der Nachweis des Vorhandenseins von Arabin im Holz erbracht war. Wegen der Eindeutigkeit dieses Versuchs konnte auf den Kontrollversuch verzichtet werden.

Prüfung auf Xylose: Die BERTRANDSche Methode (1898) zur Charakterisierung der Xylose wurde allen anderen Bestimmungen vorgezogen, da bei einem Zuckergemisch wie dem vorliegenden auf diese Weise am besten Mehrdeutigkeiten ausgeschlossen wurden. Nach BERTRAND wurden 0,2 g Sirup in 1 ccm Wasser gelöst, mit 0,5 g Cadmiumcarbonat gemischt und nach Zusatz von 10 Tropfen Brom erwärmt. Nach 8-stündigem Stehen wurde bis fast zur Trockne eingedampft und der Rest in 5 ccm Wasser aufgenommen. Nach dem Filtrieren

wurde die Lösung eingeengt und im Kältegemisch der Kristallisation überlassen. Es erwies sich, daß das Auskristallisieren für den vorliegenden Fall der empfohlenen Ausfällung mit Alkohol vorzuziehen ist. Die Identifizierung erfolgte auch hier durch den Kontrollversuch, wobei ein mikroskopischer Vergleich der wetzsteinförmigen Kristalle von xylonsaurem Bromcadmiumdoppelsalz die Anwesenheit von Xylose im Sirup und von Xylan im Holz ausreichend bewies.

Der Aschegehalt des Holzes wurde mit 0,35% ermittelt. Die Asche enthält geringe Mengen Eisen, Kalzium, Magnesium, Kalium, Natrium, PO_4 und SO_4 . Der Gehalt an Asche schwankt bei Proben verschiedener Herkunft nur ganz unwesentlich.

Ebenso wurden die *Extraktivstoffe* in übereinstimmender Menge vorhanden befunden. Es löste bei je 4stündiger Extraktion im Soxhletapparat

Petroläther	0,47%	Azeton	1,30%
Äther	0,42%	Chloroform	0,29%
Methylalkohol	1,79%	Benzol	0,36%

Die *Wasserdampfdestillation* lieferte ein stark opalisierendes Destillat, das nach dem Ausschütteln mit Äther nur einen sehr geringen Rückstand hinterließ. Dieser und die Extraktivstoffe, bis auf den mittels Benzol gewonnenen, wurden nicht weiter untersucht, da es sich nicht um chemisch einheitliche Stoffe handelt.

Da der *Benzolextrakt* nach längerem Stehen im Eisschrank schwache Kristallisation zeigte, und nach mehrfachem Entfärben mit Tierkohle und Umkristallisieren ein gelblichweißer Körper mit dem scharfen Schmelzpunkt $122,5^\circ \text{C}$. erhalten werden konnte, wurden größere Mengen des Holzes teilweise im Perkulator mit Benzol extrahiert; denn die bisher erhaltenen Mengen dieser Substanz erwiesen sich für weitere Untersuchungen zu gering. Trotz mehrfacher Abänderung der Aufarbeitungsmethode, Abdampfen des Lösungsmittels im Vakuum, Impfen mit vorhandenen Kristallen usw. konnte leider nicht mehr die geringste Kristallabscheidung erzielt werden. Sobald Sägemehl von frisch importiertem Bongosiholz zu erhalten ist, wird dieser Versuch fortgesetzt werden.

Gegen Ende der Arbeit konnte durch die Firma Alfred NEUMANN in Hamburg noch ein Stück Rinde erhalten werden, deren *Gerbstoffbestimmung* folgende Resultate erbrachte (bezogen auf Trockensubstanz):

Gesamt-Lösliches (gerbende und nichtgerbende Stoffe)	3,81%
Nicht-Gerbstoff	1,62%
Gerbstoff	2,19%
Gerbstoffgehalt des Gesamt-Löslichen	57,50%

Zusammenfassung

1. *Lophira alata* Banks und *Lophira procera* A. Chev., die beiden einzigen bisher bekannten Arten der Gattung *Lophira* aus der Familie *Ochnaceae* sind auf Grund des morphologischen und anatomischen Befundes in ihren vegetativen und reproduktiven Organen als Vertreter zweier Arten aufzufassen. Gestützt auf Untersuchungen an Pflanzenteilen aus einer Reihe

von Herbarien wurden zwischen den beiden Arten erblich fixierte Unterscheidungsmerkmale festgestellt. Diese erstrecken sich auf unterschiedliche Längen- und Formverhältnisse der Blätter und deren anatomischen Bau, ferner auf das Vorhandensein von Spaltöffnungen auf der Blattoberseite von *L. alata*. *L. procera* besitzt hier keine Spaltöffnungen, sondern wahrscheinlich als Wasserspalten anzusprechende Perforationen. Auch Anordnung und Bau der Gefäßbündel und die Form und Lokalität der kristallinen Ablagerungen dienen zur Stütze der Selbständigkeit jeweils einer Art. Ferner bestätigen die äußeren und inneren morphologischen Verhältnisse in den Blütenteilen, die Sproßfolge und der Bau der Achse den aus dem Befund in den Blättern gezogenen Schluß.

2. *L. procera* und nicht *L. alata* ist der Lieferant des Bongosiholzes. *L. procera* ist ein typischer Vertreter des Regenwaldes, *L. alata* der Savanne. Dem entsprechen die meisten der genannten morphologischen Unterschiede beider Arten.
3. Auch die Holzstruktur gestattet eine Unterscheidung beider Arten. Diese gründet sich auf die verschieden quantitative Ausbildung des Holzparenchyms und der Markstrahlen. Das Holzparenchym ist bei *L. alata* 5—6, auch 8 Zellen und bei *L. procera* nur 2 bis 5 Zellen breit. Die Markstrahlen sind bei dieser Art vorwiegend 1- bis 2-reihig, manchmal 3-reihig und 0,165 bis 1,125 mm hoch (die größte Häufigkeit liegt bei 0,225 mm), während *L. alata* vereinzelt 1- bis 2-reihig, häufiger aber 3- bis 4-reihige Markstrahlen besitzt, deren Höhe zwischen 0,135 und 0,975 mm (die größte Häufigkeit liegt bei 0,700 mm) schwankt.
4. Der Hauptverwendungszweck für Bongosiholz ist seine Verarbeitung als Werkholz. Es ist seiner großen Härte wegen für bestimmte Gebrauchszwecke, z. B. Brückenbelag, Eisenbahnschwellen, ganz vorzüglich geeignet. Die Zugfestigkeit beträgt bei einer Dehnung von 6% 940 at (610), die Druckfestigkeit parallel zur Faser 820 at (850) und senkrecht dazu 640 at (600). In der Tischlerei ist seine Verwendung nur eine beschränkte, da infolge der Härte der Arbeits- und Zeitaufwand und der Werkzeugverschleiß ein großer ist.
5. Die Ausbeute und Beschaffenheit der Holzverkohlungsprodukte — 47,8% roher Holzeßig, enthaltend 11,4% Absatz-

teer + gelöster Teer, 2,7% Essigsäure, 0,3% Ameisensäure, 1,3% Methylalkohol + Aceton, ferner 29,8% Holzkohle, Holzgas mit einem unteren Heizwert von 3141,4 Cal pro 1 cbm — gewährt kaum eine vorteilhafte Ausnutzung der bei der Nutzung erhaltenen Abfallquote.

6. Eine Verarbeitung des Bongosiholzes auf Zellstoff oder Papier kommt praktisch ebenfalls kaum in Frage, weil die aufzuwendenden chemischen und technischen Aufschlußmittel in einem ungünstigen Verhältnis zur Qualität des Endproduktes stehen.
7. In der Rinde von *L. procera* wurden 2,43% Gerbstoff gefunden. Ihre technische Verarbeitung auf Gerbstoff würde also nicht lohnend sein.

Verzeichnis der verwendeten Herbarien.

Lophira alata Banks.

Museum botanicum Berolinense.

Nr. 1. (7) Dr. I. MILDBRAED, III. Reise nach Afrika 1913—1914. Kamerun: Savannengebiet des Baja-Hochlandes im östlichen Mittelkamerun (Neukamerun seit 1911) unter etwa 6° N zwischen: Kongola (Kongoros)-Mbussa (Mbissa)-Kunde-Buar-Bosum a. Uharu; 14° E Greenwich. Baumbuschsavanne 16°22 E. 29. IV. 1914. acc. über Kew 20./). 1923. Nr. 9074.

Nr. 2. (1) Reise nach Zentral-Afrika im Auftrage der Humboldt-Stiftung. Nr. 2847. Ssabbi 20. Jan. 1910. Im Lande der Bongo ges. von G. SCHWEINFURTH.

Nr. 3. (6) Dr. I. MILDBRAED, III. Afrik. Expedition. Misahöhe. Am Hausberg. acc. 19. XI. 1914. Togo 1913. Anf. Nov. 1913.

Nr. 4. (4) Togo: Sokode-Bassari. acc. 10. IV. 1902. Kersting n. 430.

Nr. 5. (5) E. GILG 1902. acc. 10. IV. 1902. Station Sokode-Bassari Nr. (96) 430. Einheim. Name Parapára (Tschaudjo). Name des Standortes: Bosani Beschaffenheit des Standortes: Buschsavanne. Höhe ü. d. M.: 350 m. Bis 10 m hoher Baum. Im Habitus dem Sheabutterbaum sehr ähnlich. Gesammelt am 20. XII. 1901. Sammler: KERSTING.

Nr. 6. (2) Reise nach Zentral-Afrika im Auftrage der Humboldt-Stiftung. Ser. III. Nr. 84. Zwischen Pango und Getti. In Dar Fertit gesammelt v. G. SCHWEINFURTH.

Nr. 7. (3) acc. 1. XI. 1905. Nr. 9. Einheim. Name: Parapára. Name des Standortes: b. Sokode. Beschaffenheit des Standortes: Überall häufig in offener Savanne. Höhe: 440 m ü. d. M. Im Habitus und Blättern dem *Butyrospermum Parkii* sehr ähnlich, nur schlanker. Von jungen Afrikanern stets verwechselt. Gesammelt März 1905. KERSTING.

Museum d. Inst. f. angewandte Botanik, Hamburg.

Nr. 8. Früchte mit Kelch.

Lophira procera A. Chev.

Museum botanicum Berolinense.

Nr. 1. (11) acc. 19. III. 1903. E. GILG 1903. Station: Bipindihof. Nr. 2648. Name des Standortes: Mimpia. Weiß. 20—30 m gutes Bauholz. Gesammelt im November 1902. Sammler: G. ZENKER.

Nr. 2. (10) Nr. 116. Station Duala. Einheim. Name: Bongosi D. Name des Standortes: Manoka. Höhe ü. d. M.: 2 m. Gesammelt am 24. XII. 1909. Sammler: HÜCKSTÄDT. acc. 20. VII. 1909.

Nr. 3. (8) Nr. 10. Kamerun, Hptm. v. BESSER.

Nr. 4. (12) ADOLF FRIEDRICH HERZOG ZU MECKLENBURG. 2. Expedition nach Zentral-Afrika 1910—1911. „okoa“ (Bule) Eisenholz. Das Kernholz riecht frisch sehr unangenehm nach Kot! Im Molundu-Bezirk sehr selten, bei Ebolowa und auch an der Küste bei Kribi häufig. Südkameruner Waldgebiet: Bezirk Ebolowa Ekuk 22 km. östl. Eb. Hügelland ca. 700 m Gneis. Gesammelt von Dr. I. MILDBRAED. Nr. 5755.

Nr. 5. (13) G. ZENKER, Flora von Kamerun. Nr. 1320a. Bipinde, Urwaldgebiet. März 1897. Baum 20 m hoch. Blüte pfirsichähnlich.

Nr. 6. (14) H. SOYAUX, Plantae occidentali Africanæ. Nr. 371. Gabon, in ditone Munda; Sibange-Farm. 6. XI. 188.. Herbar. P. ASCHERSON.

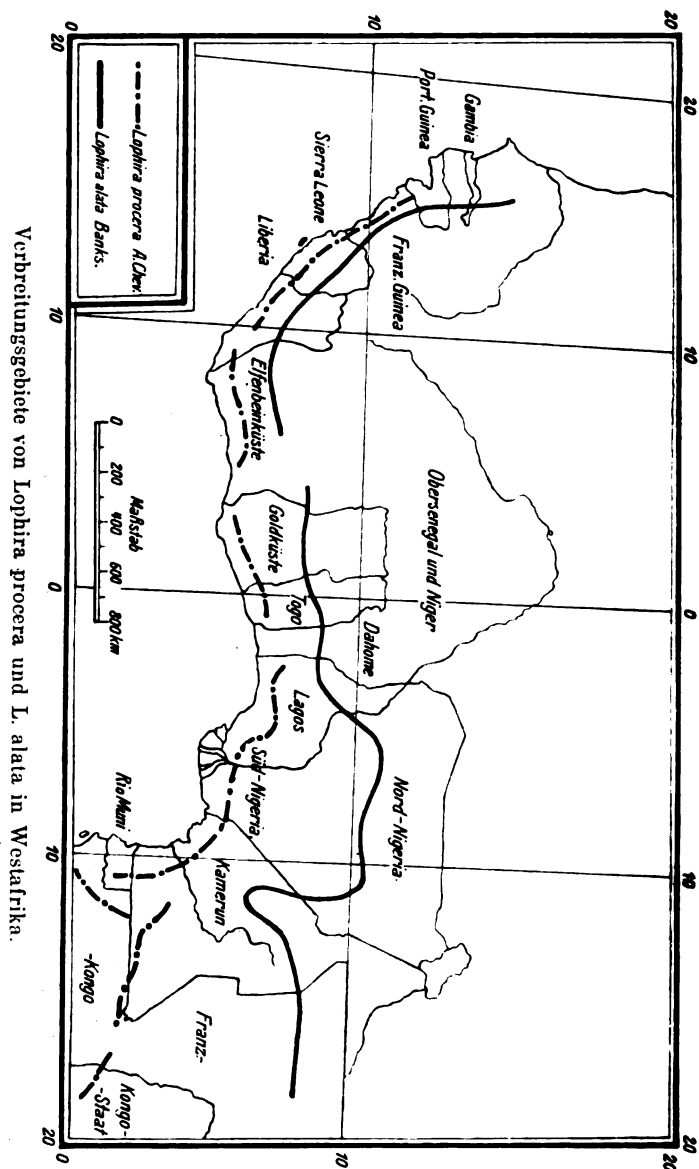
Nr. 7. (9) acc. 25. XI. 1910. Station Duala Nr. 2. Einheim. Name: Bongosi (D). Name des Standortes: Manoka. Beschaffenheit des Standortes: Humoser Sandboden. Höhe ü. d. M.: 2 m. Bis etwa 1,50 m Ø. 50 m hoch. Schlanker Stamm, mit breiter, hoch ansetzender Krone. Gesammelt am 23. VII. 1909. Sammler: HÜCKSTÄDT.

Literaturverzeichnis

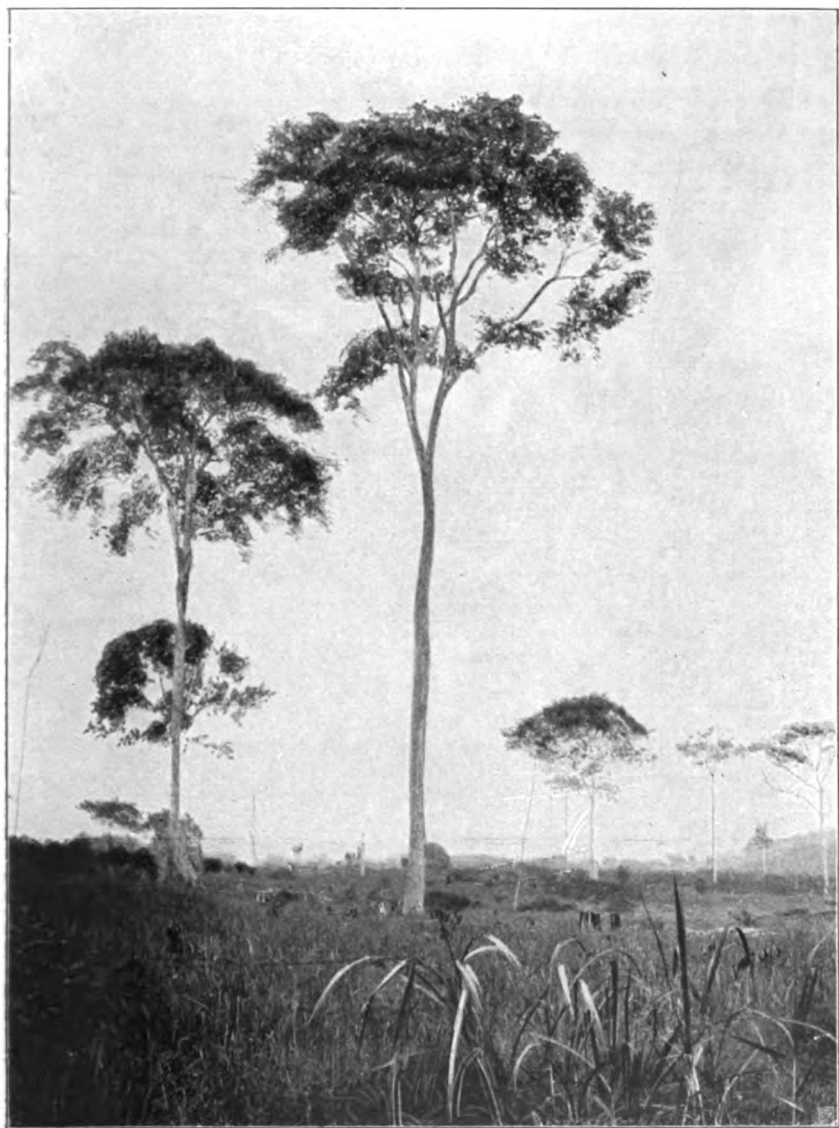
- AMTSBLATT f. d. Schutzgebiet Kamerun. IV. Jahrg. Nr. 6. — BAILLON, H., Histoire des Plantes IV. Leipzig 1873. 207, 339, 357. — BENTHAM, G., and HOOKER, I. D., Gen. Plant. London 1862—63. — BERTIN, A., Mission d'Etude Forestière I: Les Bois de la Côte d'Ivoire: Paris 1918. 98; II: Les Bois du Gabon: Paris 1918. 144; III: La Question Forestière coloniale: Paris 1919. 274; IV: Les Bois du Cameroun: Paris 1920. 124. — BOULGER, G. S., Wood. London 1908. — BRICK, C., Beitr. z. Kenntn. u. Unterschg. einig. Rothölzer. Jahrb. d. Hamb. Wiss. Anst. VI. 1. Tl. Hamburg 1888. 105. — BÜHLER, F., Die Holzdestillation der Neuzeit. Ztschr. f. Ang. Ch. 1900. 1246. — BÜSGEN, M., Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena 1917. — BULL. OF THE IMP. INST., Reports of Recent Investigations. London 1916. — Ibid. 1918. — Ibid. 1919. — Ibid. 1922. — Ibid. 1926. — BUSSE, W., Veröffentl. d. Verb. Südwestd. Industr. Mannheim 1911. — DE CANDOLLE, A., Prodrum. XVI. sect. post. Paris 1868. 638. — CHEVALIER, A., Les Végétaux Utiles de l'Afrique Tropicale Française. Fasc. IX: La Forêt et les Bois du Gabon. Paris 1916. 104. — EICHLER, A. W., Blütendiagramme II. Leipzig 1878. — ENDLICHER, St., Gen. Plant. Wien 1836—1840. — ENGLER, A., — DRUDE, Die Vegetation der Erde IX; die Pflanzenwelt Afrikas. Leipzig 1921. — FEITCH, F. P., Chem. Methoden f. d. Verwertung v. Holz. Ztschr. f. Ang. Ch. I. 1908. 21. Jahrg. 1088. — GAERTNER, C. F., Fruct. III. 1805. 52. t. 188. — GENT, J. R. P., and MOOR, H. W., Forestry conditions in Ho-District, Togoland. Empire Journ.

1927. 238—251. Ref. in: Tropical Woods 14. 1928. Yale University, New Haven, Connecticut, U. S. A. — GILG, E., in: E. u. P., Die nat. Pflanzenfamilien; III, 6. Leipzig 1895. 131 u. 143 ff. — GILG, E., Ibid. Nachtrag III zu III, 6. Leipzig 1908. 224. — GILG, E., Festschrift für P. ASCHERSON. Beitr. z. Kenntn. d. Ochnaceae, bes. im Hinbl. a. d. neueste Bearb. dies. Fam. durch VAN TIEGHEM. Leipzig 1904. 97. — GILG, E., Notizbl. d. Kgl. Bot. Gart. u. Mus. Nr. 45. Leipzig 1909. 129. — GILG, E., in E. u. P., Die nat. Pflanzenfamilien; 21. II. Aufl. Leipzig 1925. 53 ff. — GÉRAUD, L., Une exploitation industrielle des bois de la forêt équatoriale africaine. Revue de Botanique Appliquée. 35. Paris 1928. 322 ff. — GRISARDH, J., et V. D. BERGHE, M., Les Bois Industrielles. 2. Ed. Bd. I. Paris o. J. — GUILLEMIN, I. A., et PERROTTET, S., Florae Senegambiae Tentamen. Paris 1830—32. 109. — HAWLEY, L. F., Teeruntersuchungen. Ind. and Engin. Chem. Bd. 18. 1925. 149. — HAWLEY, L. F., und SCHREIBER, A. A., Holzdestillation. Berlin 1926. — HECKEL, E., Graines Grasses nouvelles. Annales de l'Institut Colonial de Marseille. Paris 1903. 1 ff. — HEINRICHER, E., Einrichtungen zur Wasserversorgung des Mesophylls. Bot. Ctrbl. Bd. 23. Cassel 1885. 56 ff. — HOLTERMANN, C., Einfluß d. Klimas a. d. Bau d. Pflanzengewebe. Leipzig 1907. — HOPKINSON, A. D., Beih. z. Bot. Ctrbl. XXIX; Abt. II. Dresden 1912. 454. — HOYER, F., Die Pappfabrikation. Berlin 1925. — HUFNAGL, L., Handbuch d. kaufm. Holzverwertung u. d. Holzhandels. Berlin 1925. — IMPERIAL INSTITUTE, Selected Reports from the Scientific and Technical Department Nr. 88. London 1914. 559—563. — JAUFFRET, A., La Détermination des Bois Colorés. Annales du Musée Colonial de Marseille. Bd. 28. Paris 1920. — JENTSCH, Beih. z. Tropenpflanzer; Jahrg. XII. Nr. 3. Berlin März 1911. — JENTSCH und BÜSGEN, M., Beih. z. Tropenpflanzer; Jahrg. X, Nr. 9. Berlin September 1909. — JOST, L., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Jena 1913. — JOURN. SOC. CHEM. Ind. and Engin. 1911. 728. — KLAR, M., Technologie der Holzverkohlung. Berlin 1921. — KLASON, P., Untersuchungen zur Holzverkohlung. Ztschr. f. Ang. Ch. 22. Jahrg. 1901. I. 1205 ff. — KLASON, P., Ibid. 23. Jahrg. 1910. II. 1252. — KLASON, P., Versuch einer Theorie der Trockendestillation von Holz. Journ. Prakt. Ch. Bd. 90. 1914. 413 ff. — KRAIS, P., Gewerbl. Materialkunde I; die Hölzer. Stuttgart 1910. 235, 240, 248, 693. — LANG, G., Das Holz als Baustoff. Wiesbaden 1915. — LASSAR-COHN, Volkswirtschaftliche Bedeutung der chemischen Verarbeitung des Holzes. Nordd. Allg. Ztg. Nr. 359 u. 361. 16. u. 17. Juli 1918. Berlin. — LELY, H. V., The Useful Trees of Northern Nigeria. London 1925. 76. — LINDLEY, J., The Veg. Kingdom. London 1853. 395. — MARCUSSON, U., und PICARD, Zusammensetzung von Hoch- und Tieftemperaturteeren. Ztschr. f. Ang. Chem. 1921. 203. — MATERIAL-PRÜFUNGSAMT, Die bish. Erg. d. Holzprüfungen in dem. Forschg. Arb. a. d. Geb. d. Ing.-Wesens. Heft 231. Berlin 1922. — MATTHES, H., und SCHREIBER, E., Ueber hautreizende Hölzer. Ber. Dtsch. Pharm. Ges. 24. Berlin 1914. — MENIAUD, M. J., La Forêt de la Côte d'Ivoire et son exploitation: Paris 1922. 29 und Tafel „Adzobé“. — MENIAUD, J., BRETONNET, FR., BERTIN, A., Les bois coloniaux d'Afrique dans l'industrie. Melun 1926. 36. — MILDBRAED, J., Wiss. Ergebn. d. II. Dtsch. Zentralafrika-Expedition. Bd. II. 83. — MOLISCH, H., Aschenbild und Pflanzenverwandtschaft; Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl. Nr. 129. Wien 1920. 201. — MOLISCH, H., Anatomie der Pflanze. Jena 1922. 144. — MOLL, W., und JANSSONIUS, H., Mikrographie des Holzes. Leiden 1908. — MÜLLER, J. F., & SOHN, A.-G., HAMBURG, Jahres-

berichte über Nutzhölzer. Hamburg 1921—1927. — NEUBERG, C., Über die Harnpentose. B. D. Chem. Ges. 33: 2243. — NÖRDLINGER, H., Die techn. Eigenschaften d. Hölzer. Stuttgart 1860. — OHARA, K., Ueber die Verwendung des Aschenbildes f. d. Bestimmung techn. verwendeter Hölzer. A. d. Denkschr. d. Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl. Nr. 100. Wien 1926. 301 ff. — OST, H., Lehrbuch d. Chem. Technologie. Leipzig 1923. — PATENTSCHRIFT, Nr. 114 637. Trockene Destillation von Holz etc. — PAX, F., Allgemeine Morphologie der Pflanzen. Stuttgart 1890. — RITTER, G. J., and FLECK, L. C., Chemistry of Wood. Ind. and Engin. Chem. Bd. 18. 1926. 576. — ROSENTHALER, L., Grundzüge der chem. Pflanzenuntersuchungen. Berlin 1923. — SCHWARZ, Ergebn. d. II. Dtsch. Zentralafrika-Expedition 1910—1911. I. 1922. 835. — SOLEREDER, H., Systematische Anatomie der Dikotyledonen. Stuttgart 1899. — SOLEREDER, H., Systematische Anatomie der Dikotyledonen, Ergänzungsband. Stuttgart 1908. — STAFFORD, O. F., Wood as Gas-Making Material. Ind. and Engin. Chem. 18, 1926. 1318. — STONE, H., The Timbers of Commerce and their Identification. London 1904. — STÜBLING, Techn. Ratgeber a. d. Geb. d. Holzindustrie. Leipzig 1901. — TEEPLE, Journ. Soc. Chem. Ind. and Engin. V. 680—685. — TEMME, F., Ueber Schutz- und Kernholz. Landw. Jahrb. XIV. Berlin 1885. 465 ff. — VAN TIEGHEM, Ph., Sur le genre *Lophira* considéré comme type d'une famille distincte les *Lophiracées*. Journal de Botanique XV. Paris 1901. 169 ff. — VAN TIEGHEM, Ph., Sur la disposition des canaux sécréteurs dans les *Clusiacées*, les *Hypéricacées*, les *Ternstroemiacées* et les *Dipterocarpacees*. Bull. de la Soc. Botanique XXXI. Paris 1884. 150. — VAN TIEGHEM, Ph., Sur les *Ochnacées*. Annales des Sciences Nat. 8. sér. Bd. 16. Paris 1902. 161 ff. — VAN TIEGHEM, Ph., Le Cristarque dans la Tige et la Feuille: Bull. du Mus. d'Hist. Nat. VIII. Paris 1902. 266. — VAN TIEGHEM, Ph., Sur la Préfloraison des *Ochnacées*. Ibid. 273. — TSCHIRCH, A., Die Harze und Harzbehälter, II. Leipzig 1906. 1180 ff. — TUNMANN, O., Pflanzenmikrochemie. Berlin 1913. — UNWIN, H. A., West-African Forests and Forestry. London 1920. 358 ff. u. a. — VOLKENS, G., Die Nutzpflanzen Togos. Notizbl. d. Kgl. Bot. Gart. u. Mus. Berlin-Dahlem App. XXII Nr. 1. Leipzig 1909. 26. — WAGNER, Wi., Prüfung von afrik. Hölzern. Mittlg. a. d. Kaiserl. Mat.-Prüf.-Amt. 1904. Bd. 6. Groß-Lichterfelde 1904. 269—289. — WALTER, H., Die Anpassungen der Pflanzen an Wassermangel. Naturwissenschaft und Landwirtschaft. Heft 6 und 9. München 1926. — WEISKOPF, A., Harthölzer für den Eisenbahnwagenbau: Sonderabdr. a. GLASERS Ann. f. Gewerbe u. Bauwesen. Bd. 72, Nr. 858—860. Berlin 1913. — WEISKOPF, A., Verwendung von Kameruner Nutzhölzern z. Bau ein. Abteilwagens. Ibid. Bd. 74, Nr. 886. Berlin 1914. — WHEELER and TOLLENS, Über die Xylose oder den Holzzucker. LIEBIGS Ann. d. Chem. Bd. 254. 1889. 304 ff. — WIESNER, J., Die Rohstoffe des Pflanzenreichs II. Leipzig 1918. 676. — WIESNER, J., Die Rohstoffe des Pflanzenreichs II. 4. Aufl. Leipzig 1928. 1532. — VAN WISSELINGH, C., Die Zellmembran. LINSBAUERS Handbuch d. Pflanzenanatomie III, 2. Berlin 1925.



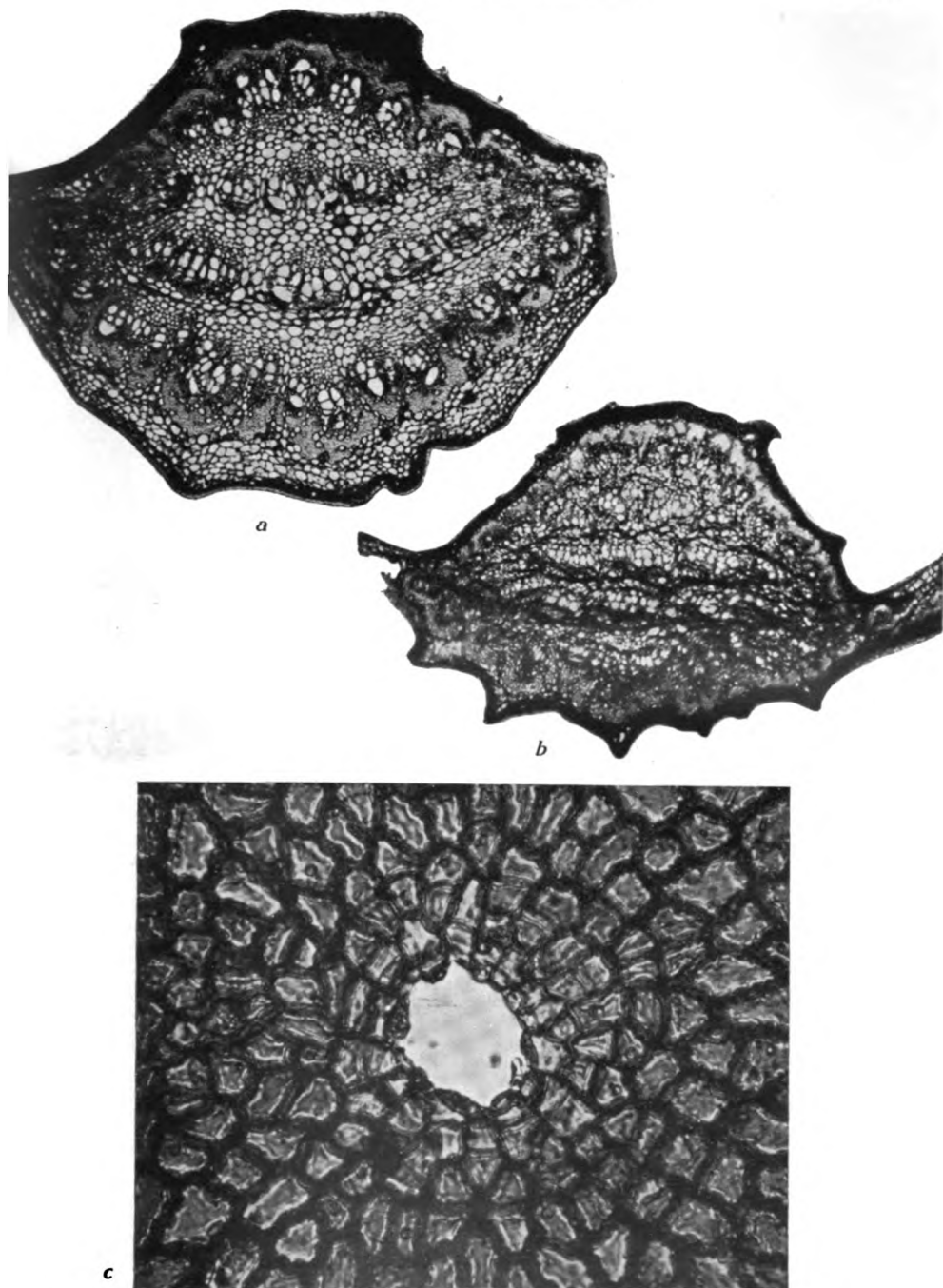
Verbreitungsgebiete von *Lophira procera* und *L. alata* in Westafrika.



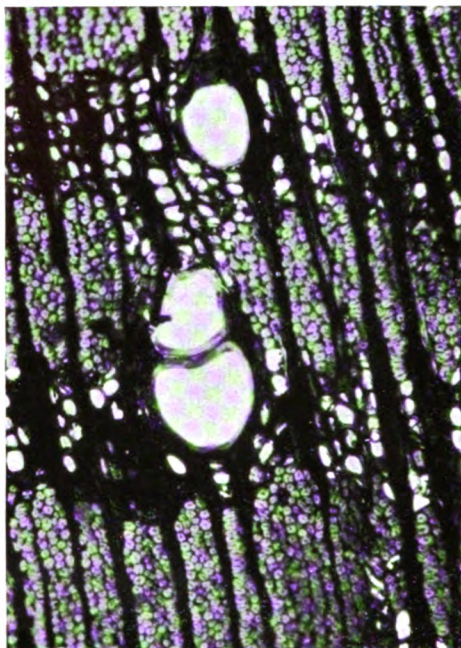
Lophira procera A. Chev. auf der Sanagainsel bei Edea (Kamerun).
(Aus: JENTSCH, Beih. z. Tropenpflanzer; Jahrg. XII, 1911. S. 91, Tafel 10.)



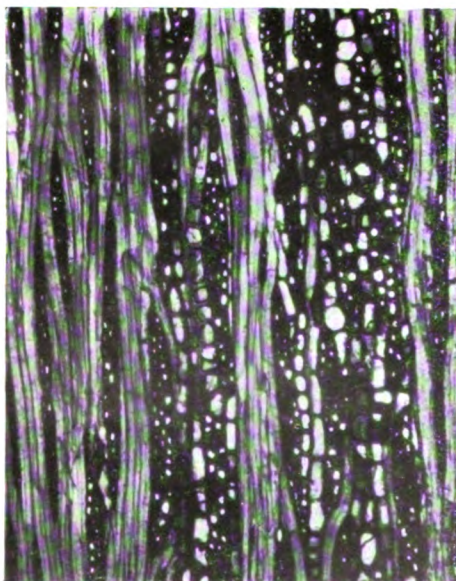
Laubblätter von a) *Lophira alata* Banks und b) *Lophira procera* A. Chev.
(Gez. nach Herbarmaterial.) ca. $\frac{1}{4}$ natürl. Größe



Querschnitt durch den Mediannerv des Laubblattes von a) *Lophira alata* Banks, b) *Lophira procera* A. Chev., ca. 60fach vergr., c) Perforation in der Epidermis der Blattoberseite von *Lophira procera* A. Chev., ca. 350fach vergr.



a: Querschnitt

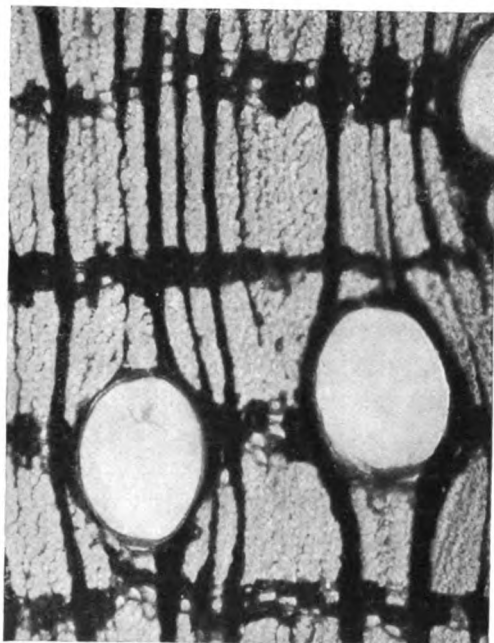


b: Tangentialschnitt

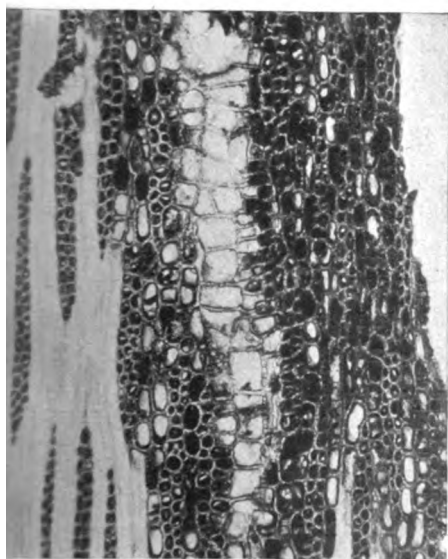


c: Radialschnitt

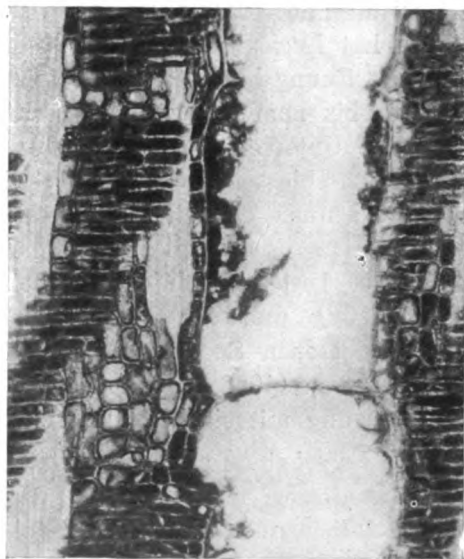
Anatomischer Bau des Holzes von *Lophira alata* Banks, 65fach vergr.



a: Querschnitt



b: Tangentialschnitt



c: Radialschnitt

Anatomischer Bau des Holzes von *Lophira procera* A. Chev., 65fach vergr.