

**Zeitschrift:** Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich  
**Herausgeber:** Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)  
**Band:** 37 (1962)

**Artikel:** Die Pneumatophoren von Symphonia  
**Autor:** Mägdefrau, Karl / Wutz, Alfons  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-308212>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 05.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Die Pneumatophoren von *Symphonia*

Von KARL MÄGDEFRAU, Tübingen, und ALFONS WUTZ, München

Die auf Schlickböden der tropischen Meeresküsten wachsenden Mangrove-Gehölze sind größtenteils durch den Besitz von Pneumatophoren («Atemwurzeln») gekennzeichnet, welche die Sauerstoffzufuhr zu den im Schlamm wachsenden Wurzeln vermitteln. Diese Pneumatophoren<sup>1</sup> sind entweder negativ geotropische Seitenwurzeln, welche wie Spargelsprosse aus dem Schlick herausragen, wie bei *Sonneratia*, *Avicennia*, *Ceriops* und *Laguncularia*, oder knieartige Aufbiegungen waagrecht streichender Wurzeln wie bei *Lumnitzera*, *Ceriops*, *Aegiceras* und *Bruguiera* oder — als einfachster Fall — unregelmäßige aus dem Boden herausragende Knorren an der Oberseite der Wurzeln wie bei *Camptostemon* (Abbildungen bei SCHIMPER, TROLL 1931 und 1943). Nach der Literatur gewinnt man den Eindruck, als ob solche Pneumatophoren außerhalb der Mangrove nur ausnahmsweise, wie bei *Taxodium distichum* oder bei der malayischen Palme *Eugeissona*, vorkämen. Doch sind neuerdings auch von dikotylen Gehölzen aus dem Süßwasserbereich, vor allem auf den Mündungssümpfen großer Flüsse, aber auch aus küstenfernen Sumpfwäldern, weitere Fälle von Pneumatophoren beschrieben worden (z. B. von KOORDERS, OGURA, BÜNNING; vgl. auch TROLL 1943).

Im Verlauf der HUMBOLDT-Gedächtnis-Expedition (MÄGDEFRAU 1960) traf der Verfasser (M.) an mehreren Stellen im Bereich des Orinoco, Casiquiare und Rio Guainia auf Gehölze mit Pneumatophoren vom Typus der «Atemkniee», und zwar in den Sumpfwäldern am Fuß des Cerro Yapacana am Orinoco, am Südufer des Casiquiare unterhalb der Pasimone-Mündung und am Caño Pimichin (Seitenfluß des Rio Guainia). Träger dieser Pneumatophoren ist der Baum *Symphonia globulifera* L. f. (Hypericaceae)<sup>2</sup>. Es erscheint jedoch nicht ausgeschlossen, daß noch weitere Baumarten dieser Sumpfwälder Pneumatophoren bilden.

Die «Atemkniee» von *Symphonia globulifera* (Abb. 1) erheben sich bis zu einem halben Meter über den Boden, wobei der aufsteigende Abschnitt wesentlich dicker ist als der absteigende. Beide Abschnitte laufen ziemlich genau parallel, ihr Geotropismus erscheint also scharf ausgeprägt. Die Oberfläche der Atemkniee ist von zahlreichen Lenticellen besetzt, die auffallend groß sind (bis 5 mm Durchmesser) und am Knie selbst besonders dicht stehen.

<sup>1</sup> Der Terminus «Pneumatophoren» wurde von KARSTEN (1891, S. 54) eingeführt.

<sup>2</sup> Für die holzanatomische Bestimmung danken wir Herrn Dr. Eberhard SCHMIDT (Institut für Holzforschung und Holztechnik der T. H. München). — Ein Hinweis auf die Atemkniee von *Symphonia* findet sich bereits bei RICHARDS 1952.

Der histologische Bau der Pneumatophoren wurde an Hand von Mikrotomschnitten untersucht. Da das Material trocken aufbewahrt und vor dem Schneiden aufgekocht wurde, zeigt zwar das Holz vorzügliche Erhaltung, die Rinde dagegen erscheint etwas kollabiert.

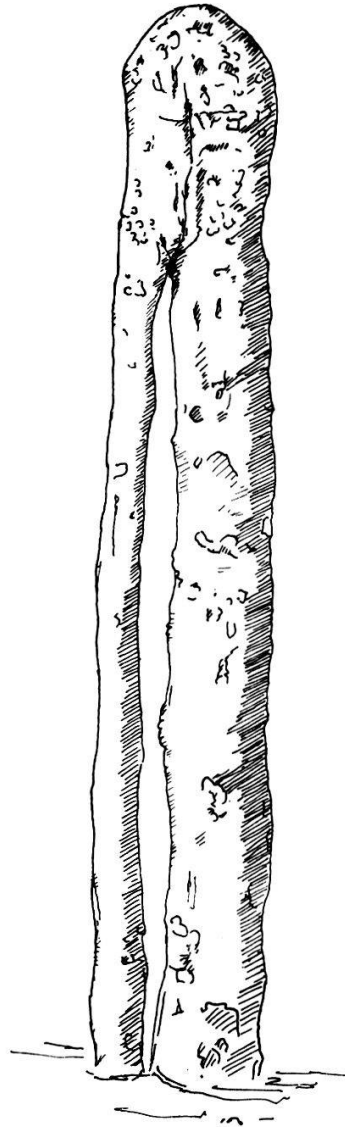
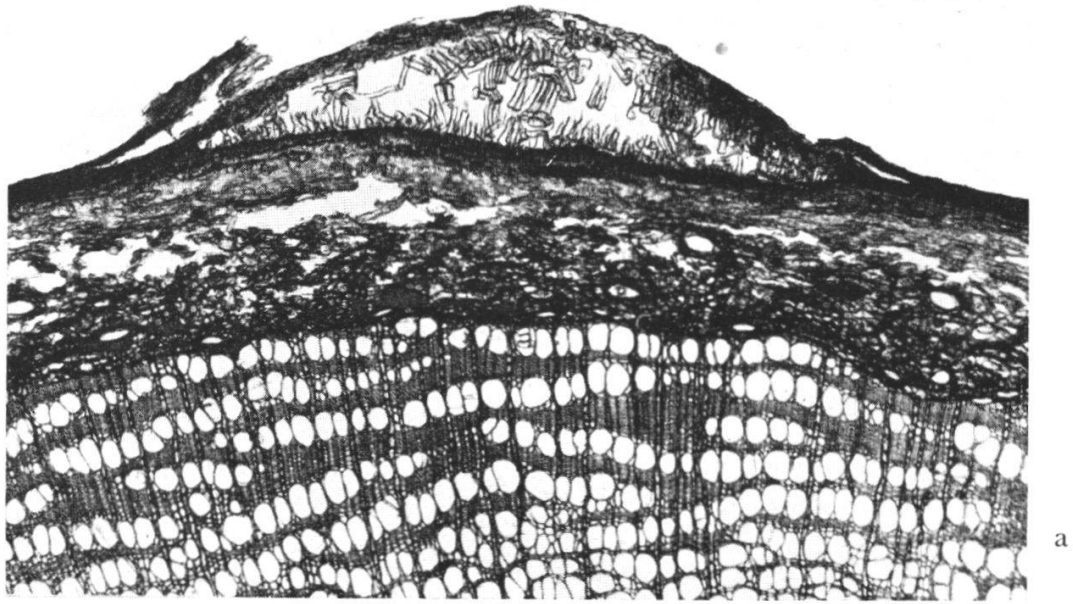
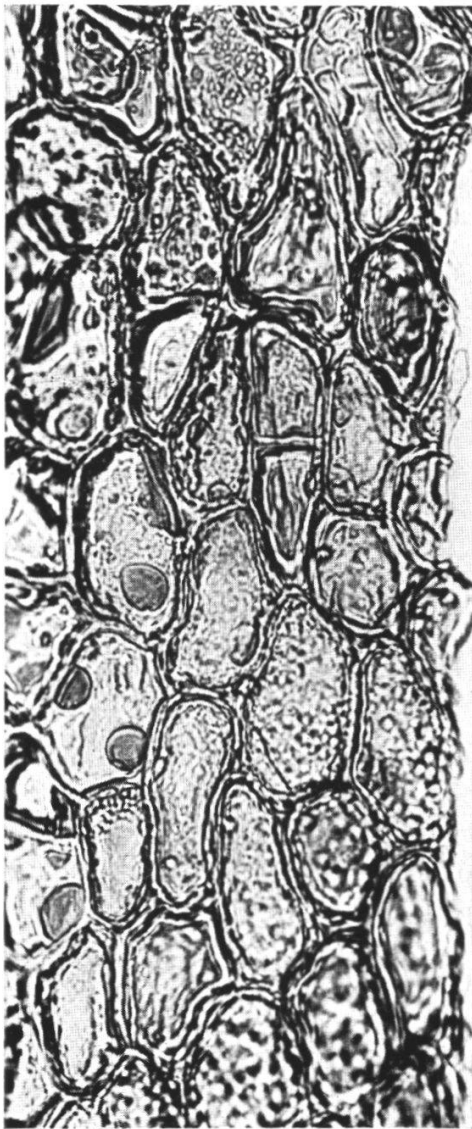


Abb. 1. Atemknie von *Symphonia globulifera*.  $\frac{1}{4}$  nat. Gr.

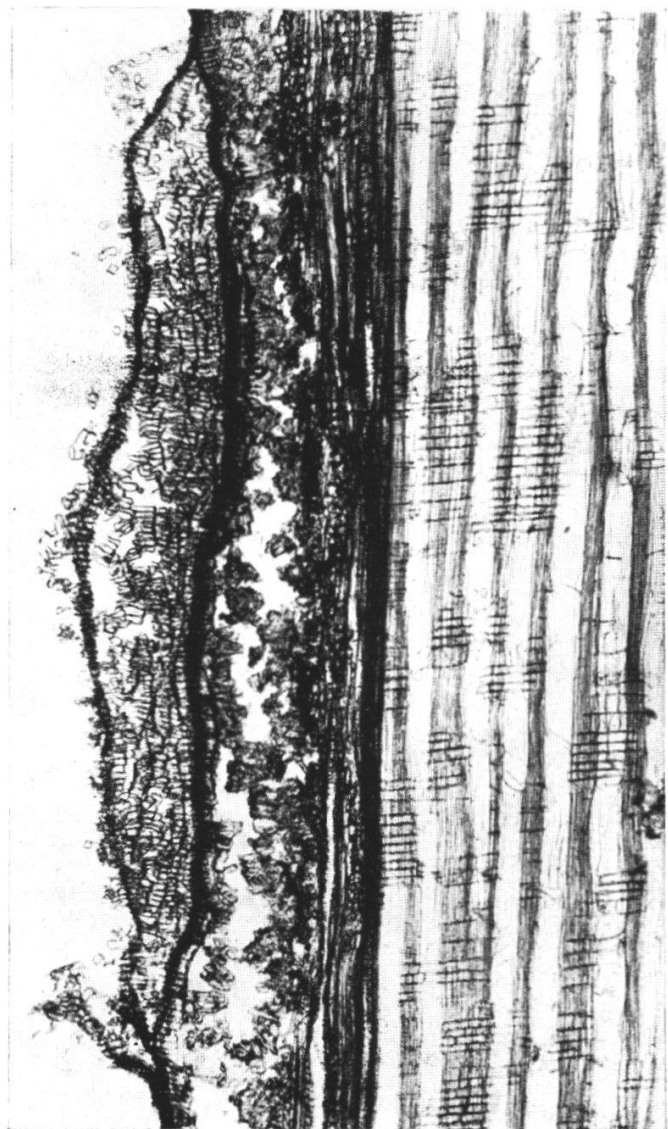
Das Holz besitzt — wie es für Wurzelholz allgemein bezeichnend ist — dünnere Zellwände und einen viel geringeren Holzfasernanteil als das Stammholz (Beschreibung bei SCHMIDT 1950) und daher eine recht niedrige Rohwichte ( $r_{15}$ : Wurzelholz etwa 0,32, Stammholz 0,77). Es erinnert im Querschnittsbild an Leichthölzer der Schwarzwassergebiete (vgl. MÄGDEFRAU und WUTZ 1961). Bereits bei schwacher Vergrößerung fällt der rhythmische Wechsel von Tracheen und Holzfasernlagen auf (Abbildung 2a und 2b, Taf. XI). Die Tracheen besitzen einfache Querwand-



a



c



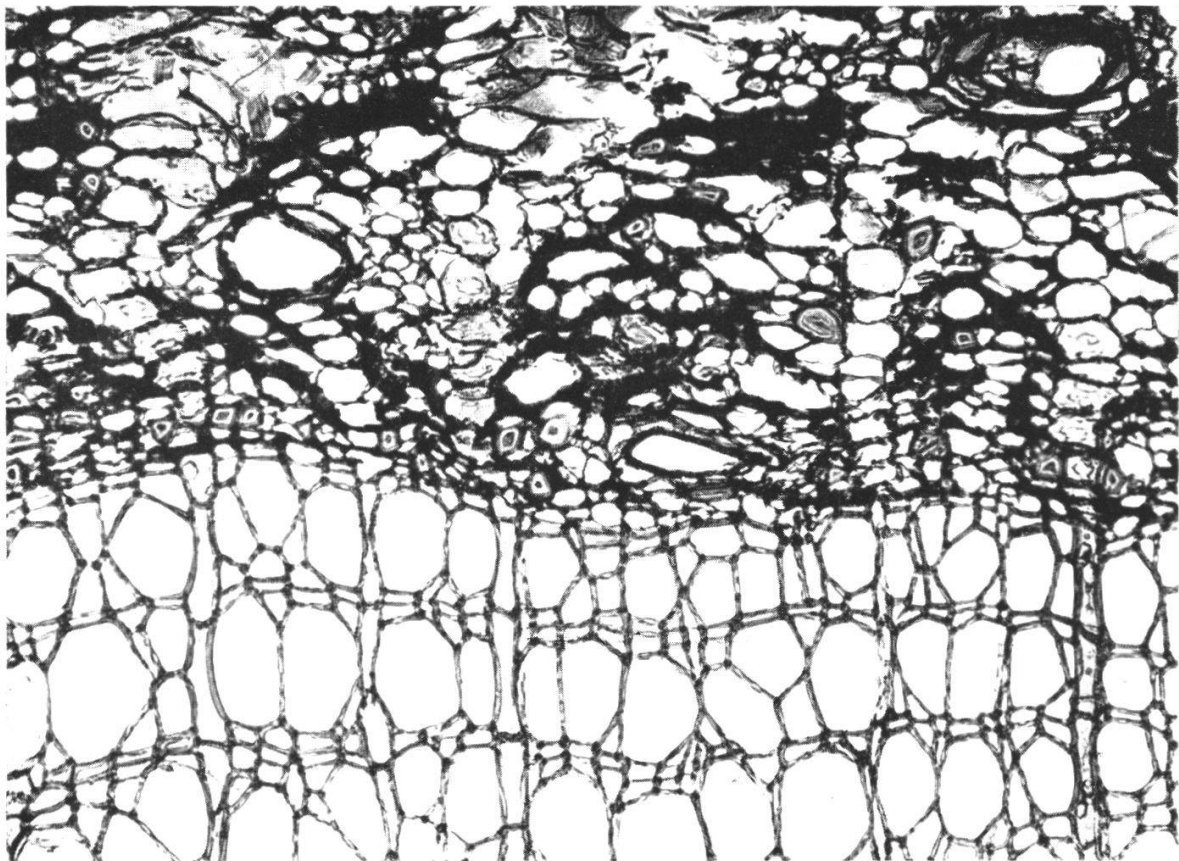
b

Abb. 2

- a. Querschnitt durch eine Pneumatophoren-Lenticelle von *Symphonia globulifera*. (Abschlußschicht umgeklappt, daher von der Fläche gesehen. 30/1.
- b. Längsschnitt durch eine Pneumatophoren-Lenticelle von *Symphonia globulifera*. 30/1.



a



b

Abb. 3

a. Füllzellen aus einer Pneumatophoren-Lenticelle von *Symphonia globulifera*. 140/1.  
b. Holz und Rinde eines Pneumatophors von *Symphonia globulifera*. 140/1.

durchbrechungen; die Längswände sind von mehr oder weniger dicht stehenden rundlichen bis quer gestreckten Tüpfeln besetzt, deren schmale Öffnungen waagrecht stehen. Parenchymzellen finden sich in geringer Zahl in der Umgebung der Tracheen. Die Breite der Holzfaserbänder und die Wanddicke der Holzfasern nehmen innerhalb des Wurzelquerschnitts von innen nach außen merklich zu. Die Wände der Holzfasern sind von feinen Kreuztüpfeln durchsetzt, die in einer Längsreihe stehen. Der rhythmische Aufbau des Wurzelholzes entspricht ganz dem des Stammholzes, nur mit dem Unterschied, daß in den Tracheen-Parenchymbändern bei Stammholz die Parenchymzellen, im Wurzelholz die Tracheen überwiegen. — Die Markstrahlen sind (1—)3—11(—25) Zellen hoch und fast durchweg einschichtig; nur in den hohen Markstrahlen liegen gelegentlich auf kurze Strecke zwei Zellen nebeneinander. Vor allem die höheren Markstrahlen erscheinen schwach heterogen, indem die Randzellen meist höher und oft auch deutlich schmaler sind als die übrigen. Die Markstrahlen des Stammholzes unterscheiden sich von denen des Wurzelholzes nur dadurch, daß sie überwiegend 2—3 Zellen breit sind (vgl. SCHMIDT 1951).

Die Rinde (Abb. 3b) hat an den Trockenpräparaten eine Dicke von nur 0,5—2 mm, was etwa ein Zehntel des Radius der Wurzel ausmacht. Die Mikrotomschnitte lassen folgende Einzelheiten erkennen: die Siebröhren sind nur mehr im kollabierten Zustand vorhanden und als Streifen und schmale Bänder zusammengedrückter Zellen zu erkennen; sie sind über die ganze Rinde ziemlich gleichmäßig verteilt. Die Parenchymzellen nehmen einen Großteil der Rinde ein; sie befinden sich in großer Zahl zwischen den kollabierten Siebröhren und zeigen bei ziemlich schwankender Größe im Querschnittsbild quer-ovale Form. Die Markstrahlzellen der Rinde haben — im Gegensatz zu den radial-gestreckten Markstrahlzellen des Holzes — im jungen Zustand tangential-gestreckte Rechteckform. Doch schon nach 3—4 Zellen beginnt das tangential-erweiterungswachstum, das zu einer beträchtlichen Vergrößerung und Abrundung der Zellen führt. Mit der Dilatation geht eine Verzerrung der Markstrahlbänder einher, die dann mehr oder weniger geschlängelt durch den Bast verlaufen. — Eine Besonderheit der Atemwurzelrinde von *Symphonia* stellt das Vorkommen von Sekretzellen dar, die durch ihre Größe gegenüber den übrigen Rindenelementen auffallen; sie sind von querevaler Form und 80—120: 35—50  $\mu$  weit, also in der Größe recht schwankend. Sie sind in ungleichen Abständen über die ganze Rinde verteilt. — Schließlich beteiligen sich noch Fasersklereiden am Aufbau der Rinde, die sehr verstreut einzeln oder in kleinen Gruppen auftreten; die Wände des Sklereiden sind so stark verdickt, daß das Lumen nur noch als feiner Kanal übrigbleibt. — Das Periderm besteht aus einer dünnen Korkhaut von 3—5 Lagen schmaler, plattenförmiger, brauner Korkzellen.

Die *Lenticellen* an den Atemwurzeln von *Symphonia* zeigen runden bis ovalen Umriß bei einem Durchmesser von 2—5 mm. Stellenweise nehmen sie mehr als die Hälfte der Oberfläche ein. Das Querschnittsbild (Abb. 2a) bietet den typischen Bau einer Lenticelle mit einer klaren morphologischen und histochemischen Trennung von Füllgewebe und Abschlußschicht. (Näheres über die Bautypen der Lenticellen s. bei WUTZ 1956). Die Füllzellen (Abb. 3a) fallen auf durch ihre säulenförmige Gestalt und ihre Größe; sie sind 15—20  $\mu$  dick und 90—105  $\mu$  hoch. Ihr Querschnitt ist kreisrund, ihre Enden sind meist etwas verbreitert. Die zarten Zellwände färben sich mit Sudan III nicht an, sind also nicht verkorkt. Die Füllzellen werden in strengen Radialreihen gebildet, verlieren jedoch bald ihren Verband und stellen sich uns als äußerst lockeres, interzellularenreiches Gewebe dar, das eine gute Durchlüftung gewährleistet. Dieses locker gebaute Füllgewebe würde auseinanderfallen, wenn es nicht von einer Korkschicht, der sog. Terminal- oder Abschlußschicht, zusammengehalten würde, die sich konvex darüberwölbt und keilförmig in die Korkhaut des Periderms übergeht (Abb. 2a und b). Diese Abschlußschicht besteht aus 2—3 Schichten plattenförmiger Korkzellen, die dunkelbraune Inhaltsstoffe führen, und gleicht im Bau und Aussehen weitgehend der Korkhaut des Periderms, nur mit dem Unterschied, daß die Terminalschicht zwischen ihren Korkzellen feine Interzellularen frei läßt, die man vor allem im Flächenbild erkennt (Abb. 2c). Es liegt stets nur eine einzige intakte Terminalschicht vor. Bei der verhältnismäßig starken Aufwölbung derselben und der dadurch bedingten hohen Spannung wundert es aber nicht, daß bei fortschreitendem Wachstum der Lenticelle die Terminalschicht bald aufreißt und abblättert. Reststücke davon lassen sich an den Ansatzstellen zum Periderm hin zusammen mit einigen anhaftenden Füllzellen noch erkennen (Abb. 2b).

Ein gemeinsames Merkmal aller Pneumatophoren ist der große *Interzellularen*-Reichtum der Rinde, wie es die eingehenden histologischen Untersuchungen von KARSTEN, LIEBAU, SCHENCK, WESTERMAIER u. a. zeigen; dies gilt sowohl für die negativgeotropischen Seitenwurzeln wie auch für die Kniebildungen. Obwohl an unserem Material infolge der Trockenaufbewahrung die Rinde etwas kollabiert erscheint, so läßt sich doch erkennen, daß auch bei den Pneumatophoren von *Symphonia* die Interzellularen einen beträchtlichen Anteil am Querschnittsbild haben.

#### LITERATUR

- BÜNNING, E. In den Wäldern Nordsumatras. — Bonn 1947.  
GOEBEL, K. Über die Luftwurzeln von *Sonneratia*. — Ber. d. dtsh. bot. Ges. 4, 249—255. 1886.

- KARSTEN, G. Über die Mangrove-Vegetation im Malayischen Archipel. — *Bibliotheca botanica* 5, Nr. 22. 1891.
- LIEBAU, O. Beiträge zur Anatomie und Morphologie der Mangrovepflanzen, insbesondere ihres Wurzelsystems. — *COHN's Beitr. z. Biol. d. Pfl.* 12, 1—33, 1913.
- MÄGDEFRAU, K. Vom Orinoco zu den Anden. — *Vierteljahresschrift der naturforsch. Ges. Zürich* 105, 49—71. 1960.
- MÄGDEFRAU, K. und A. WUTZ. Leichthölzer und Tonnenstämme in Schwarzwassergebieten und Dornbuschwäldern des tropischen Südamerika. — *Forstwiss. Centralbl.* 80, 17—28. 1961.
- METCALFE, C. R., und CHALK, L. *Anatomy of the Dicotyledons*, vol. I. — Oxford 1950.
- OGURA, Y. New examples of aerial roots in tropical swamp plants. — *The botan. Magazine* 54, 327—371. 1940.
- RICHARDS, P. W. *The tropical rain forest*. — Cambridge 1952.
- SCHENCK, H. Über die Luftwurzeln von *Avicennia tomentosa* und *Laguncularia racemosa*. — *Flora* 72, 83-88. 1889.
- SCHIMPER, A. F. W. *Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage*. — 2. Aufl. Jena 1908.
- SCHMIDT, E. *Überseehölzer*. — Berlin 1951.
- TROLL, W. *Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen*. I. Band, 3. Teil (Wurzel und Wurzelsystem). Berlin-Zehlendorf 1943.
- TROLL, W. und O. DRAGENDORFF. Über die Luftwurzeln von *Sonneratia* und ihre biologische Bedeutung. — *Planta* 13, 311—473. 1931.
- WESTERMAIER, M. *Zur Kenntnis der Pneumatophoren*. *Botan. Untersuch. im Anschluß an eine Tropenreise*, Heft 1. — Freiburg (Schweiz) 1900.
- WUTZ, A. Anatomische Untersuchungen über System und periodische Veränderungen der Lenticellen. — *Botan. Studien* 4, 43—72. 1956.