© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

38. A. Weisse: Ueber Lenticellen und verwandte Durchlüftungseinrichtungen bei Monocotylen.

Mit Tafel XIII.

Eingegangen am 26. Mai 1897.

Die zahlreichen Untersuchungen, welche über Bau und Function der Lenticellen handeln, beziehen sich fast ausschliesslich auf Dicotylen und Coniferen, während über entsprechende Organe bei Monocotylen nur äusserst spärliche Angaben vorliegen. Hugo von Mohl, dem wir mehrere, auch noch heute beachtenswerthe Abhandlungen über den Bau der Lenticellen zu verdanken haben, spricht diese Gebilde den Monocotylen überhaupt vollständig ab.[1]) Ihm war ja die eigentliche Function derselben noch völlig unbekannt, er sah in ihnen nur „eine partielle Korkbildung",[2]) und so konnte ihr Fehlen natürlich durchaus nichts Befremdendes haben. Erst nach den grundlegenden Untersuchungen von Stahl[3]), welcher die Function der Lenticellen endgiltig nachgewiesen und sie als Ausgänge des Durchlüftungssystems den Spaltöffnungen an die Seite gestellt hatte, waren Zweifel an der Mohl'schen Lehre gerechtfertigt. Stahl selbst erwähnt bereits das Vorkommen von lenticellenähnlichen Peridermdurchbrechungen an den Wurzeln von *Dracontium pertusum*[4]) und stellt es als möglich hin, Lenticellen auch an den Stämmen der peridermbildenden Monocotylen aufzufinden.[5]) Bald darauf hatte auch Costerus[6]) an einer Luftwurzel von *Philodendron Selloum* C. Kch. diese Gebilde bemerkt und sie bei weiterem Zusehen nun auch noch an mehreren anderen Araceen aufgefunden. Er unterwarf den anatomischen Bau und die Entwickelungsgeschichte derselben einer ausführlichen Untersuchung und kam auf Grund dieser zu dem Schluss, dass es sich in diesem Falle wirklich um Lenticellen

1) Hugo von Mohl, Untersuchungen über die Lenticellen. Dissertation vom Jahre 1836. (Vermischte Schriften, Tübingen 1845, S. 239.)

2) l. c. S. 236.

3) E. Stahl, Entwickelungsgeschichte und Anatomie der Lenticellen. Botan. Zeitung, 31. Jahrg. 1873, S. 613.

4) *Dracontium pertusum* L. = *Monstera pertusa* de Vriese.

5) E. Stahl, l. c. S. 616.

6) Jan Constantijn Costerus, Het wezen der lenticellen en hare verspreiding in het plantenrijk. Academisch Proefschrift. Utrecht 1875, sowie J. C. Costerus, Sur la nature des lenticelles et leur distribution dans le règne végétal. Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles, t. X, 1875, p. 385—400.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

handele. Dieser Ansicht schloss sich auch Otto Ladislaus Müller[1]) an, der jedoch im Wesentlichen nur die Angaben von Costerus bestätigte. Beiden Autoren gelang es nicht, den sicheren Nachweis zu führen, dass diese Organe wirklich der Durchlüftung dienen, und da auch ihr anatomischer Bau manche Abweichungen gegenüber dem der Lenticellen der Dicotylen und Coniferen aufweist, so erachtete es Klebahn in seiner inhaltreichen Arbeit über die Rindenporen[2]) noch für durchaus nicht ausgemacht, dass die fraglichen Gebilde wirklich als Lenticellen zu bezeichnen sind.[3]) Weitere Untersuchungen über Lenticellen bei Monocotylen liegen nicht vor; nur zwei kurze, mehr beiläufige Bemerkungen konnte ich bei Durchsicht der einschlägigen Litteratur[4]) auffinden, in denen überhaupt noch das Vorhandensein dieser Organe bei monocotylen Gewächsen erwähnt wird. O. L. Müller[5]) führt sie noch für die Stämme von *Dracaena*-Arten an, spricht sich aber über das Aussehen oder den Bau derselben in keiner Weise aus, so dass es unmöglich ist, zu beurtheilen, ob er in der That wirkliche Lenticellen beobachtet hat. Die von ihm an den Blattstielen von *Dracaena Fontanesiana* aufgefundenen lenticellenähnlichen Gebilde erwiesen sich dem Autor bei näherer Untersuchung als „locale Korkwarzen", deren Elemente ohne Intercellularräume zusammenschliessen.[6]) Ferner bemerken Scott und Brebner, dass an den Zweigen einer strauchartigen Iridee das Periderm mit Lenticellen versehen sei.[7]) In diesem Falle bietet wenigstens eine Querschnittszeichnung einigen Anhalt für die Beantwortung der Frage, was für Stellen die englischen Forscher für Lenticellen gehalten haben. Ich werde weiter unten zeigen, dass ihrer Angabe offenbar ein Irrthum zu Grunde liegt.

Diese äusserst lückenhaften Kenntnisse ein wenig zu ergänzen, ist der Zweck der vorliegenden Mittheilung. Leider konnte ich meine Untersuchungen nicht so weit ausdehnen, als ich es wohl gewünscht hätte, da die Schwierigkeit der Materialbeschaffung mir engere Grenzen

---

1) Otto Ladislaus Müller, Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte und Verbreitung der Lenticellen. (Inaug.-Dissert. der Univ. Leipzig.) Kaschau 1877.

2) H. Klebahn, Die Rindenporen. Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, Bd. XVII. N. F. X. Bd. 1884, S. 537—592.

3) l. c. S. 560.

4) Die Arbeiten der älteren Autoren können in dieser Frage überhaupt nicht in Betracht kommen, da bei ihnen oft die heterogensten Gebilde unter dem Namen von Lenticellen aufgeführt werden. So versteht z. B. Ernst Meyer (Die Metamorphose der Pflanze und ihre Widersacher. Linnaea, VII, 1832, S. 435 u. f.) unter den besonders für Monocotylen angegebenen „Linsen" (lenticelles DC.) keineswegs Lenticellen im heutigen Sinne, sondern unzweifelhaft Wurzelknospen.

5) O. L. Müller, l. c. S. 13.

6) l. c. S. 34.

7) D. H. Scott and George Brebner, On the secondary tissues in certain Monocotyledons. Annals of Botany, vol. VII, 1893, p. 51.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aufzwang. Die von mir untersuchten Objecte stammten zum Theil aus dem hiesigen Universitätsgarten, zum Theil aus dem grossen Botanischen Garten, dessen Benutzung, so weit es nur der meistens hohe Werth der in Betracht kommenden Pflanzen erlaubte, mir der Leiter desselben, Herr Geheimrath Prof. Dr. ENGLER, in dankenswerther Weise gestattete. Auch aus dem Botanischen Museum erhielt ich mehrfach werthvolles Material. Für freundliche Uebersendung frischer Zweige von *Nivenia corymbosa* aus den Königlichen Gärten von Wilhelmshöhe bei Cassel bin ich dem Königlichen Garteninspector Herrn FINTELMANN zu Dank verpflichtet.

I. Die Lenticellen der Araceen.

Der anatomische Bau der an den Luftwurzeln vieler Araceen auftretenden lenticellenähnlichen Höcker ist bereits von COSTERUS und O. L. MÜLLER ziemlich eingehend untersucht worden. Auch KLEBAHN[1]) konnte bei einer Nachprüfung an *Philodendron pertusum*[2]) die Angaben dieser Autoren nur voll bestätigen. Ebenso decken sich auch meine Beobachtungen im Allgemeinen mit denen der genannten Forscher.

Ich gebe zunächst eine Beschreibung des Baues der Lenticellen an den Luftwurzeln der von mir näher untersuchten *Monstera deliciosa* Liebm. Dieselben sind hier häufig auf 2 oder mehrere Längsrisse vertheilt, welche das Periderm der Wurzeln mehrere Decimeter weit durchziehen, doch finden sie sich in anderen Fällen auch in völlig unregelmässiger Anordnung. Sie haben im Allgemeinen die Form von Längsspalten. Ihre Grösse ist recht verschieden, meistens beträgt ihre Länge ungefähr 5, ihre Breite nur 1—2 *mm*; das grösste von mir beobachtete Gebilde nahm etwa $^1/_4$ des ganzen Umfangs der Wurzel ein. Auf Querschnitten zeigen sie in ihrer Umgrenzung im Allgemeinen dasselbe Aussehen wie die Lenticellen der Dicotylen. Sie bestehen im Innern aus einer Wucherung von radiär gereihten Parenchymzellen, dem eigentlichen „Füllgewebe", das aus einem besonderen Bildungsgewebe hervorgeht. Im Allgemeinen treten die Querwände in centripetaler Folge auf, doch scheinen auch nachträgliche intercalare Theilungen ziemlich häufig vorzukommen. Andererseits können auch tiefer gelegene Rindenparenchymzellen an der Bildung der Wucherung Theil nehmen. Das Gewebe ist reich an radial verlaufenden, lufterfüllten Intercellularen, die mit den Interstitien des Rindengewebes communiciren. Die jüngeren Lenticellen bestehen nur aus derartigen Parenchymwucherungen, durch deren Entwickelung die Epidermis und die darunter liegenden Sklerenchymschichten zuerst vorgewölbt und dann zerrissen werden. Bei

1) KLEBAHN, Rindenporen. Jen. Zeitschrift für Naturwissensch. XVII (N. F. X) 1884, S. 560.

2) *Philodendron pertusum* Kunth et Bouché = *Monstera deliciosa* Liebm.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

älteren Lenticellen finden sich eigenthümliche „Zwischenstreifen", die nach aussen zu aus einer meistens 2 Zellen starken Lage dickwandiger Elemente bestehen, welche vollständig den unter der Epidermis gebildeten Sklerenchymzellen entsprechen, während nach innen zu sich einige dünnwandige Korkzellen anschliessen. Die dickwandigen Zellen sind, wie dies auch KLEBAHN angiebt, verholzt. Beide Zellarten der Zwischenstreifen schliessen völlig lückenlos an einander an. Die ausserhalb derselben gelegenen Zellen fand ich stets abgestorben und mehr oder weniger stark gebräunt. Da sie sich in concentrirter Schwefelsäure nicht lösen, so muss wohl eine nachträgliche Verkorkung der anfangs unverkorkten Elemente angenommen werden. An noch älteren Lenticellen sind in dem äusseren, abgestorbenen Theil die Reste früher gebildeter Zwischenstreifen vorhanden, die, ebenso wie der jüngstentstandene bei der weiteren Entwickelung, durch das darunterliegende Füllgewebe gesprengt wurden. Man erhält so ein Querschnittsbild (vergl. Fig. 1), das im Ganzen der von COSTERUS gegebenen Abbildung[1]) entspricht.

Die von KLEBAHN gegen die Lenticellennatur dieser Organe geltend gemachten Bedenken stützen sich darauf, dass 1. „die dichteren Schichten ohne Intercellularen" und 2. „die lockeren verkorkt sind".[2]) Was den letzteren Einwand betrifft, so liegt demselben, wie mir scheint, eine irrige Auffassung KLEBAHN's zu Grunde. Die von ihm offenbar für das eigentliche Füllgewebe angesprochenen, ausserhalb des jüngsten Zwischenstreifens gelegenen, „abgerundeten Korkzellen" sind, wie schon hervorgehoben, nur bereits abgestorbene und erst nachträglich verkorkte Elemente. Dagegen sind die „Parenchymwucherungen", die von KLEBAHN als „unter" der Lenticelle gelegen beschrieben werden, in Wahrheit als die „Füllzellen" des Organs im Sinne STAHL's aufzufassen und also mit dem „Choriphelloid" der Lenticellen der Dicotylen in Parallele zu stellen. Dass die Zwischenstreifen ohne Intercellularen sind, bleibt allerdings eine besondere Eigenthümlichkeit dieser Organe, durch die ein zeitweiser Verschluss derselben unzweifelhaft wird. Doch ist man deswegen, wie mir scheint, nicht berechtigt, den Namen Lenticellen diesen Gebilden vorzuenthalten, falls sicher nachgewiesen ist, dass sie wirklich der Durchlüftung dienen. An diesem Nachweis hat es allerdings bisher gefehlt. Zwar machen die radial verlaufenden Intercellularen des Füllgewebes diese Annahme wahrscheinlich, aber ehe nicht auf experimentellem Wege gezeigt ist, dass die Organe sich bei Anwendung des STAHL'schen Druckversuches[3]) ebenso wie die Lenticellen der Dicotylen verhalten, kann die Frage nicht als endgültig gelöst betrachtet

1) COSTERUS, Het wezen der lentic. etc., Fig. 5. — Sur la nature des lenticelles etc. Archiv. néerland. d. sc. exact. et nat. X, 1875, pl. VII, Fig. 5.

2) KLEBAHN, Rindenporen, l. c. S. 560.

3) Bot. Zeitung, XXXI, 1873, S. 613.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

werden. Schon COSTERUS hatte die Ausführung dieses Experiments mit einer Luftwurzel von *Philodendron bipennifolium*[1]) unternommen. Er hatte dieselbe durch eine Kautschukröhre mit einer Druckpumpe verbunden und so einen Luftstrom in die unter Wasser getauchte Wurzel gepresst. Doch glückte es ihm in diesem Falle nicht, aus den Lenticellen Luft austreten zu sehen.[2]) Wahrscheinlich war seine Verbindung nicht zweckmässig; er sagt nämlich selbst, dass „diese Pflanze dem Versuch besondere Schwierigkeiten entgegenstellte, da die Rinde bei dem Einschluss in die Kautschukröhre leicht beschädigt wird".[3])

Bei den von mir vorgenommenen Druckversuchen verwandte ich zur Herstellung guter Verschlüsse mit dem besten Erfolg rothen Metallkitt, wie er von den Wasserleitungsarbeitern gebraucht wird. Doch empfahl es sich, demselben noch ein wenig Fett beizumischen. Ich lasse nun die Protokolle der diesbezüglichen Versuche folgen.

1. Versuch. Ein ca. 10 *cm* langes Stück einer nicht ganz 1 *cm* dicken Luftwurzel von *Monstera deliciosa* wurde an einem Ende mit Wachs luftdicht verschlossen und mit dem anderen Ende durch Kork und rothen Kitt mit einem U-Rohr verbunden. Durch Einfüllen von Quecksilber in den anderen Schenkel der Röhre wurde Luft unter mässigem Druck (8 *cm*) in das Wurzelstück eingepresst. Nachdem die ganze Vorrichtung in ein mit Wasser gefülltes Gefäss getaucht war, konnte sehr deutlich das Austreten von Luftbläschen aus drei Lenticellen beobachtet werden. Besonders lebhaft war das Herausperlen der Luft aus einer derselben. Die nachfolgende anatomische Untersuchung zeigte, dass bei dieser eine ungewöhnlich grosse Parenchymwucherung vorlag.

2. Versuch. Die gleiche Anordnung. Bei 8 *cm* Druck traten aus zwei Lenticellen Luftblasen hervor. Als der Druck auf 15 *cm* Quecksilber gesteigert wurde, erschienen auch an einer dritten Stelle Luftbläschen. Durch mikroskopische Untersuchung wurde festgestellt, dass auch noch einige andere, aber noch sehr junge Lenticellen an dem Wurzelstück vorhanden waren, die auch schon äusserlich als kleine Erhebungen in den drei Längsrissen, die das Periderm in diesem Falle aufzuweisen hatte, hervortraten. Doch waren dieselben nach aussen hin noch durch eine interstitienfreie Korkschicht abgeschlossen.

Die mikroskopische Prüfung der functionirenden Lenticellen zeigte, dass die Verschlussschichten stets von dem radial gereihten Parenchym gesprengt waren, so dass die Intercellularen desselben mindestens an einer Stelle mit der atmosphärischen Luft communiciren konnten.

---

1) *Philodendron bipennifolium* Schott. = *Ph. laciniatum* Engl.

2) COSTERUS, Het wezen d. lentic. etc., p. 42.

3) l. c. p. 42, Anm. 1: Deze plant was bijzonder ongeschikt voor de proef, omdat de schors bij insluiting in de caoutchoucbuis lichtelijk beschadigt werd."

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wie ich glaube, ist durch die mitgetheilten Versuche zu Genüge bewiesen, dass diese Organe der Durchlüftung dienen.

Bisher war nur der an den Luftwurzeln von *Monstera deliciosa* vorkommenden Lenticellen gedacht worden. Ich fand diese Gebilde jedoch auch an zwei älteren, $2^1/_2$ und 5 *cm* dicken Stämmen auf. Die Stammlenticellen sind bedeutend grösser als die der Luftwurzeln, zeigen aber genau denselben anatomischen Bau wie diese (vgl. Fig. 4).

Eine Eigenthümlichkeit möchte ich an dieser Stelle erwähnen, welche die Zellen des radial gereihten Parenchyms mit den Füllzellen vieler Dicotylen theilen. Stellt man eine Luftwurzel von *Monstera* mit dem abgeschnittenen Ende in Wasser, so tritt aus den untergetauchten Lenticellen bald eine glänzend weisse Wucherung hervor, die dadurch zu Stande kommt, dass sich die Füllzellen in radialer Richtung bedeutend verlängern. Schon nach drei Tagen wird die Wucherung bemerkbar. Fig. 2 stellt einige der Zellen dar, nachdem die Wurzel 10 Tage, Fig. 3, nachdem sie 17 Tage lang im Wasser gestanden. Die Erscheinung, die schon von MOHL[1]) für die Lenticellen von Weidenzweigen beschrieben wurde, wird auch von KLEBAHN[2]) für die Luftwurzeln von *Philodendron* erwähnt. Seiner Auffassung entsprechend giebt er aber an, dass die Wucherung aus dem „unter" der Lenticelle befindlichen Parenchym hervorgehe. Ferner wies bekanntlich H. SCHENCK in seiner Abhandlung über das Aërenchym[3]) darauf hin, dass die von ihm gleichfalls bei mehreren Dicotylen beobachteten Lenticellenwucherungen ein dem Aërenchym gleichendes Gewebe darstellen. Die an *Monstera* beobachteten Zellformen (vergl. Fig. 2 und 3) bestätigen diese Ansicht.

Um über die Verbreitung der Lenticellen bei den Araceen eine Anschauung zu gewinnen, unterwarf ich die Exemplare des Botanischen Gartens einer Durchmusterung und fand diese Gebilde an einer grösseren Anzahl von Arten vor. In den meisten Fällen liess ich es bei makroskopischer Feststellung bewenden und beschränkte eine eingehendere Untersuchung auf nur wenige Fälle. Ich theile zunächst die Beschreibung der an diesen gemachten Beobachtungen mit.

Philodendron grandifolium Schott. An den Luftwurzeln stehen relativ viele Lenticellen in regelloser Vertheilung. Mit einem ca. 10 *cm* langen und 5 *mm* dicken Stück wurde der STAHL'sche Versuch ausgeführt. Schon bei 2 *cm* Quecksilberdruck traten aus einer Lenticelle Luftblasen hervor. Als der Druck auf $7^1/_2$ *cm* erhöht wurde, entströmten auch 8 weiteren Lenticellen Luftblasen.

---

1) H. von Mohl, Vermischte Schriften, S. 236.

2) Klebahn, Jen. Zeitschr. XVII, 1884, S. 574.

3) H. Schenck, Ueber das Aërenchym, ein dem Kork homologes Gewebe bei Sumpfpflanzen. Pringsh. Jahrb. für wiss. Bot. XX, 1889, S. 565 u. f.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bei dieser und den drei folgenden Pflanzen habe ich in den Lenticellen niemals Zwischenstreifen beobachtet. Es wäre jedoch möglich, dass diese in späteren Entwickelungsstadien noch auftreten.

Philodendron fragrantissimum Kunth verhält sich der vorigen Art sehr ähnlich. Bei Anstellung des Druckversuchs mit einem etwa 10 *cm* langen Stück einer $4^1/_2$ *mm* dicken Luftwurzel traten schon bei 6 *cm* Druck aus 7 Lenticellen Luftblasen hervor.

Anthurium cannaefolium hort. An einer einjährigen, ca. 1 *m* langen Luftwurzel waren viele Lenticellen bemerkbar. Ein ca. 15 *cm* langes Stück der Wurzel wurde im U-Rohr befestigt und einem Druck von 10 *cm* Quecksilber unterworfen. Es drangen aus einer Lenticelle ziemlich reichlich, aus einer zweiten nur spärlich Luftblasen heraus. Diese beiden Lenticellen zeigten bei mikroskopischer Untersuchung ein reichlich gebildetes Füllgewebe, welches das Periderm gesprengt hatte während die noch nicht functionirenden Lenticellen erst wenig Füllzellen besassen, die nach aussen von Kork abgeschlossen waren.

Anthurium longifolium Kunth scheint erst spät functionirende Lenticellen zu entwickeln. Auch an einer anscheinend schon älteren Luftwurzel konnte bei Anwendung von 12 *cm* Druck durch keine der Lenticellen Luft gepresst werden. In der That erwiesen sich bei mikroskopischer Prüfung noch alle Parenchymwucherungen von der Epidermis überwölbt.

Zum Schluss gebe ich eine Zusammenstellung aller Araceen, an denen Lenticellen bisher nachgewiesen sind. Wenn nichts anderes bemerkt ist, sind sie nur an den Luftwurzeln beobachtet. Bezüglich der Reihenfolge und Nomenclatur folge ich im Allgemeinen der Monographie von ENGLER[1]).

Anthurium Sellowianum Kunth (nach COSTERUS), *A. longifolium* Kunth, *A. lucidum* Kunth (nach COSTERUS), *A. fissum* C. Kch. (nach COSTERUS), *A. pentaphyllum* Kunth, *A. digitatum* Kunth, *A. cannaefolium* hort.

Monstera pertusa de Vriese (= *Dracontium pertusum* L. = *Monstera Adansonii* Schott) (nach STAHL und COSTERUS), *M. dilacerata* C. Kch. (= *Tornelia dilacerata* Schott) (nach COSTERUS), *M. deliciosa* Liebm. (= *Philodendron pertusum* Kunth et Bouché = *Tornelia fragrans* Gutierez (auch nach COSTERUS).

Schismatoglottis spec.

Philodendron cannaefolium Mart. (nach COSTERUS), *Ph. crassinervium* Lindl. (nach COSTERUS), *Ph. longilaminatum* Schott, *Ph. fragrantissimum* Kunth, *Ph. ornatum* Schott, *Ph. asperatum* C. Kch., *Ph. Simsii* Kunth, *Ph. cuspidatum* C. Kch. (auch nach COSTERUS),

1) A. ENGLER, Araceae in DE CANDOLLE, Monographiae Phanerogamarum (Suites au Prodromus), vol. II (1879).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ph. grandifolium Schott, *Ph. acutatum* Schott (? = *Ph. quinquenervium* Miq.) (nach O. L. Müller), *Ph. oxyprorum* Schott, *Ph. eximium* Schott (= *Ph. Cardiophyllum* C. Kch. et Sello) (nach Costerus), *Ph. sagittifolium* Liebm., *Ph. sanguineum* Regel, *Ph. Imbé* Schott (auch nach Costerus), *Ph. cordatum* Kunth, *Ph. tripartitum* Schott, *Ph. hastifolium* C. Kch. et Sello, *Ph. laciniatum* Engl. (= *Ph. bipennifolium* Schott) (nach Costerus), *Ph. squamiferum* Poepp., *Ph. lacerum* Schott (nach O. L. Müller), *Ph. pinnatifidum* Kunth (nach Klebahn), *Ph. bipinnatifidum* Schott, *Ph. Selloum* C. Kch. (nach Costerus), *Ph. longifolium* hort., *Ph. Eichleri* Engl. (am Stamm), *Ph. Glaziovii* Hook. fil., *Ph. Wallisii* Regel, *Ph. callosum* hort. (= *Anthurium Schillerianum* hort.) (auch an den Blattstielen).

Dieffenbachia spec.

Tornelia subcirrhata (aut.?) (nach Klebahn).

II. Beobachtungen an peridermbildenden Liliifloren.

Das Vorhandensein von Lenticellen oder anderen ihnen physiologisch gleichwerthigen Einrichtungen konnte ich ferner für eine Anzahl peridermbildender Liliifloren nachweisen.

Unter den baumartigen Lilien besitzt zunächst *Aloë arborescens* Mill. Lenticellen. Diese sind an mehrjährigen Zweigen schon makroskopisch leicht aufzufinden und zeigen ein den Lenticellen vieler Dicotylen durchaus ähnliches Aussehen. An älteren Stämmen treten meistens in dem Periderm so viele Längsrisse auf, dass ihr Nachweis erschwert wird. Ihr anatomischer Bau ist insofern dem der Lenticellen der Araceen ähnlich, als auch bei ihnen das Füllgewebe aus einer Parenchymwucherung besteht, deren Zellen radial gereiht sind und viele radial verlaufende Intercellularen aufweisen. Sowohl auf Querschnitten, als auch auf radialen Längsschnitten kann man in Glycerin die Luftstreifen gut beobachten. Auf Radialschnitten heben sich die Füllzellen durch ihre isodiametrische Form von den übrigen Rindenzellen scharf ab. Sie entstehen im Allgemeinen in centripetaler Reihenfolge, doch treten auch intercalare Theilungen auf. Die lebenden Elemente der Wucherung färben sich durch Chlorzinkjod intensiv blau, während die abgestorbenen, meistens schon von Natur mehr oder weniger gebräunten Zellen, soweit ersichtlich, gelb gefärbt werden. Durch concentrirte Schwefelsäure werden diese nicht aufgelöst, so dass eine nachträgliche Verkorkung der Wände wahrscheinlich ist. Die Lenticellen entwickeln sich bei *Aloë arborescens* erst ziemlich spät, nachdem die Peridermbildung schon weit vorgeschritten ist. Sie können natürlich nicht eher in Function treten, als bis durch die Parenchymwucherung eine vollständige Sprengung des Periderms herbeigeführt ist.

Dass die beschriebenen Organe wirklich der Durchlüftung dienen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wurde durch Ausführung des STAHL'schen Versuchs bewiesen. Zu dem Zwecke wurde durch ein älteres Stammstück von 1,8 bis 2 *cm* Dicke und 18 *cm* Länge unter einem Druck von mehr als 10 *cm* Quecksilber Luft gepresst. Unter Wasser konnte das Austreten von Luftblasen aus drei der Lenticellen deutlich beobachtet werden. Einige andere an dem Versuchsstück vorhandene Lenticellen waren dagegen noch nicht functionsfähig.

Bei genauerer Durchsicht der *Aloë*-Arten des Botanischen Gartens fand ich auch an den Stämmen von *Aloë africana* Mill., *A. Salm-Dyckiana* Schult. und *A. caesia* Salm-Dyck Lenticellen auf. Bei der Mehrzahl der *Aloë*-Arten konnten dagegen keine lenticellenartig aussehenden Stellen entdeckt werden. Das Periderm zeigte zwar häufig schwielige Längsrisse; doch haben diese, wie bei *Aloë succotrina* Lam. näher studirt wurde, nichts mit Lenticellen zu thun.

Der STAHL'sche Versuch, der mit einem mehrjährigen, etwa 10 *cm* langen und 3 bis $3^1/_2$ *cm* dicken Stammstück von *Aloë succotrina* ausgeführt wurde, lieferte ein durchaus negatives Resultat: aus keinem der Peridermrisse trat bei 12 *cm* Druck Luft aus. Dass der angewandte Verschluss für den Versuch günstig und nicht etwa der Luft der Eintritt in die Intercellularräume versperrt war, konnte leicht daran erkannt werden, dass, sobald man das Periderm mit einer Präparirnadel verletzte, aus der Wunde sofort Luftblasen hervorperlten[1]).

Auch die mikroskopische Untersuchung von Rissen zeigte kein den Lenticellen entsprechendes Bild. Die Risse sind einfach durch das Dickenwachsthum bedingt und werden durch neue Korkschichten luftdicht verschlossen. — Möglich wäre es allerdings, dass bei diesen *Aloë*-Arten noch in späteren Entwickelungsstadien Lenticellen gebildet werden, da sie ja auch an *Aloë arborescens* erst verhältnissmässig spät auftreten.

Ferner beobachtete ich Lenticellen an den Stämmen von *Dracaena frutescens* hort. Während sich diese Organe bei den *Aloë*-Arten, ebenso wie bei den Dicotylen, in regelloser Anordnung befinden, zeigt sich bei dieser Pflanze die bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, dass die Lenticellen stets über den Axillarknospen stehen (vgl. Fig. 5), und zwar entwickelt sich über jeder Axillarknospe auch eine Lenticelle. Die Zweckmässigkeit dieser Anordnung leuchtet ein.

---

1) Ich befinde mich hier im Gegensatz zu HABERLANDT, welcher sagt: „Wenn man auch durch die Lenticellen eines Zweiges Luft zu pressen vermag, so wird man doch vergebens an anderen Stellen der Zweigoberfläche, sei es, dass man das Periderm verletzt oder dasselbe vom Rindenparenchym ablöst, einen Austritt von Luftblasen zu bewirken suchen.“ (HABERLANDT, Beiträge zur Kenntniss der Lenticellen. Sitzungsber. der k. k. Akademie der Wiss. zu Wien, Math.-naturwiss. Cl., LXXII, 1 (1875), S. 190.) — Ich habe auch sonst mehrfach bei Ausführung von Druckversuchen beobachtet, dass aus jeder frischen Wunde Luft austritt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wird ein *Dracaena*-Stamm geköpft, so versorgt die Lenticelle auf kürzestem Wege die ruhende Knospe mit dem zu ihrer Weiterentwickelung nöthigen Sauerstoff. — Der anatomische Bau der Lenticelle entspricht im Allgemeinen vollständig dem für *Aloë aborescens* beschriebenen. Auch hier ist das Füllgewebe eine Parenchymwucherung (vergl. Fig. 6), die das darüber befindliche Periderm erst durchbrechen muss, um zu functioniren. Die physiologische Bedeutung der Organe wurde durch das Gelingen des STAHL'schen Druckversuchs bestätigt. Es wurde zu demselben von einem ca. 80 *cm* hohen Exemplar der unterste, $12^1/_2$ *cm* lange Theil des Stammes benutzt. Die Dicke desselben betrug unten 14, in der Mitte ca. 10 *mm*. Bei einem Druck von 22 *cm* Quecksilber traten aus zwei Lenticellen Luftblasen aus. Auch später noch, nachdem der Druck bis auf 15 *cm* gefallen war, blieb der Luftstrom sichtbar.

Dracaena fragrans Gawl. verhält sich insofern ebenso wie *D. frutescens*, als auch bei ihr jeder Axillarknospe eine Lenticelle zukommt. Doch liegt die Parenchymwucherung nicht nur über, sondern auch seitlich neben der Knospe. Ausserdem treten aber auch noch Lenticellen an anderen Stellen des Stammes auf. Von einem etwa 20 Jahre alten Exemplar wurde der unterste Theil des Stammes, der 2 *cm* über dem Wurzelstock etwa 3 *cm*, an dem oberen Ende des $16^1/_2$ *cm* langen Stückes etwa $2^1/_2$ *cm* dick war, zum Druckversuch verwendet. Schon bei 6 *cm* Druck traten an zwei Stellen lebhaft Luftbläschen hervor. Der Strom verstärkte sich noch, als der Druck auf 8 *cm* gesteigert wurde, doch kamen keine neuen Austrittsstellen hinzu. Da bei weiterem Aufgiessen von Quecksilber eine Undichtigkeit des Verschlusses eintrat, wurde der Versuch abgebrochen. Von den wirksamen Stellen lag die eine neben einer Axillarknospe, die andere auf einem Internodium. Die mikroskopische Prüfung bestätigte, dass es sich in beiden Fällen um Lenticellen handelte.

Auch an den älteren Wurzeln von *Dracaena fragrans* waren lenticellenähnliche Gebilde in ziemlich grosser Anzahl zu bemerken. Ihr Bau entspricht im Allgemeinen dem der Stammlenticellen, nur dass in ihnen Zwischenstreifen von interstitienlosen Korkzellen hinzukommen. Ob diese die ganze Lenticelle zeitweilig verschliessen, oder aber Theile derselben stets frei lassen, mag dahingestellt bleiben.

Bei makroskopischer Betrachtung der Dracaenen des Botanischen Gartens fand ich Gebilde von lenticellenartigem Aussehen auch bei *Dracaena Rothiana* Carr., *D. thalioides* hort. und *D. umbraculifera* Jacq. Bei den beiden letztgenannten Arten scheinen sie auf die Umgebung von Axillarknospen beschränkt zu sein. — Dagegen gelang es mir weder bei *D. Draco* L. noch bei *D. marginata* Lam. etwas aufzufinden, das mit Wahrscheinlichkeit als Lenticelle bezeichnet werden könnte.

Ein eigenthümliches Verhalten beobachtete ich bei *Cordyline indi-*

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

visa Steud. Um ein etwaiges Vorhandensein von Rindenporen zu ermitteln, wurde ein 16 *cm* langes, 3 *cm* dickes Stammstück eines alten Exemplars, dessen obere Schnittfläche mehr als 20 *cm* unter dem Stammscheitel lag, in den kürzeren Schenkel eines aus Metall gearbeiteten U-Rohrs gekittet, das an eine Compressionspumpe angeschraubt werden konnte. Es wurde mittelst dieser unter geringem Druck Luft in das am andern Ende verschlossene Stammstück gepresst und dann unter Wasser beobachtet. Sofort entwich aus einer Anzahl von Stellen ein lebhafter Luftstrom. Bei genauerer Untersuchung erwiesen sich alle diese Austrittsstellen als Axillarknospen, deren äussere Blätter meist völlig vertrocknet waren. An ihrer Basis befindet sich ein kleinzelliges, sehr interstitienreiches Gewebe, das in dem Meristem der Knospe seinen Entstehungsort besitzt. Eine dicht unter dem Periderm liegende Wucherung von Füllzellen, wie sie bei *Dracaena frutescens* und *D. fragrans* vorkommt, ist hier nicht vorhanden. Wir haben es daher auch nicht mit eigentlichen Lenticellen zu thun, die neben den Axillarknospen liegen, sondern die Axillarknospen selbst übernehmen hier in ihren späteren Entwickelungsstadien gleichzeitig die Rolle von Pneumathoden. Um zu ermitteln, wann diese Nebenfunction der Knospe eintritt, wiederholte ich mit einem etwa vierjährigen Zweig eines älteren, vor Jahren geköpften Exemplars den Druckversuch. Ich stellte den Druck diesmal, wie gewöhnlich, durch Eingiessen von Quecksilber in den längeren Schenkel eines gläsernen U-Rohres her. Schon bei 3 bis 5 *cm* Druck entwichen aus zwei älteren Axillarknospen Luftblasen, dagegen erwiesen sich die übrigen, jüngeren Knospen auch bei gesteigertem Druck noch nicht als Durchlüftungsorgane. Die eigentliche Austrittsstelle der Luft an den älteren Axillarknospen liegt am Grunde zwischen den vertrockneten Blättern. Das abgestorbene Gewebe ist stets stark gebräunt und zeigt insofern Korkreaction, als es durch concentrirte Schwefelsäure nicht verändert wird.

Die älteren Axillarknospen treten schon äusserlich an den Stämmen von *Cordyline* deutlich als eigenthümliche Vertiefungen des Periderms hervor; besonders an alten Stämmen zeigen sie ein sehr charakteristisches Aussehen.

Ebenso gestaltete Knospenmale fand ich auch bei *Cordyline nutans* hort. und *C. australis* Hook., dagegen nicht bei *C. terminalis* Kunth var. *cannaefolia*.

Aus der Gruppe der *Dracaenoideae* habe ich ferner noch *Yucca aloëfolia* L. etwas genauer auf Rindenporen untersucht. Es stand mir von dieser Pflanze ein Exemplar mit etwa 20 *cm* hohem Stamm zur Verfügung. Mit der unteren Hälfte desselben wurde der STAHL'sche Versuch ausgeführt. Das Stammstück hatte unten 3, oben 2 *cm* Durchmesser. Bei 5 bis 6 *cm* Druck trat aus einer Stelle ein continuirlicher

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Luftstrom hervor. Bei vergrössertem Druck drangen dann auch aus einer zweiten Stelle Luftblasen. Bei mikroskopischer Untersuchung zeigte sich, dass beide Stellen in der Umgebung von Axillarknospen lagen. Ueber, besonders aber seitlich von der Knospe befindet sich ein mit sehr vielen lufterfüllten Intercellularen durchsetztes Rindengewebe, dessen Zellen jedoch nicht, wie bei *Dracaena frutescens* u. s. w., eine deutliche radiale Anordnung zeigen. Es steht dieser Fall gewissermassen in der Mitte zwischen dem für *Dracaena frutescens* und *Cordyline indivisa* beschriebenen Verhalten.

Makroskopisch betrachtet konnte an den Axillarknospen von *Yucca aloëfolia* nichts Auffallendes wahrgenommen werden. Es war mir daher auch nicht möglich, zu entscheiden, ob etwa den Stämmen anderer *Yucca*-Arten gleiche Durchlüftungsorgane zukommen. Auch an den Stämmen von *Nolina*-Arten konnte ich nichts Besonderes bemerken.

Den baumartigen Lilien schliessen sich in ihrem anatomischen Verhalten bekanntlich in vieler Beziehung die hochstämmigen *Agaven*, sowie einige *Bromeliaceen*, wie *Puya chilensis* u. a., an. Ich konnte mit blossem Auge an ihren Stämmen jedoch weder Lenticellen, noch sonstige Rindenporen auffinden. Die an ihnen hervortretenden Längsrisse werden durch secundäre Peridermbildung abgeschlossen, wie ich bei *Agave pruinosa* Lem. und *Puya chilensis* Molina feststellen konnte.

Ich schliesse hieran die Besprechung der strauchartigen Irideen, die in neuerer Zeit von SCOTT und BREBNER[1]) zum Gegenstand eingehender anatomischer Untersuchungen gemacht worden sind. Wie schon in der Einleitung erwähnt, wird von diesen Autoren angegeben, dass das Periderm von *Aristea corymbosa* Benth. (= *Nivenia corymbosa* Bak.) mit Lenticellen versehen sei.[2]) Doch gelang es mir weder an dieser Pflanze noch an der nahe verwandten *Klattia partita* Bak. diese Organe aufzufinden. Die von den Verfassern, allerdings nur bei schwacher Vergrösserung, gegebene Querschnittsfigur[3]) stimmt jedoch vollständig mit dem Bilde überein, das ein durchschnittener Längsriss darbietet. Bei dem fortschreitenden Dickenwachsthum reisst nämlich das zuerst gebildete Periderm in zahlreichen Längsrissen auf, die jedoch alsbald durch secundäre Peridermbildung wieder verschlossen werden. Das secundäre Phellogen wird ziemlich tief im Rindenparenchym angelegt, und so kommt ein Bild zu Stande, das in der That im Umriss einer Lenticelle recht ähnlich sieht. Jedoch wird von dem Phellogen nur völlig interstitienfreier Kork gebildet, irgend ein „Füllgewebe“ ist nicht vorhanden.

---

1) D. H. Scott and George Brebner, On the secondary tissues in certain Monocotyledons. Annals of Botany, VII, 1893, p. 21—62. With plates III—IV.

2) l. c. p. 51.

3) l. c. pl. IV, Fig. 10.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Um zu sehen, ob dem Stamme ein Ersatz für die fehlenden Lenticellen zukommt, presste ich in ein älteres ca. 10 *cm* langes, unten 10, oben 5—7 *mm* dickes Zweigstück in der gewohnten Weise Luft. Bei einem Druck von 6 *cm* Quecksilber konnte ich noch nirgends Luftblasen austreten sehen. Bei 11 *cm* Druck bildeten sich an mehreren der Peridermrisse deutlich kleine Luftblasen, deren Austritt bei Steigerung des Drucks auf $16^1/_2$ *cm* noch merklich beschleunigt wurde, aber immerhin doch nur ein mässiger blieb. Bei der nachfolgenden Untersuchung der Rissstellen, aus denen Luft hervorperlte, zeigte es sich, dass hier auch in der die Längsrisse verschliessenden secundären Peridermschicht ein Spalt entstanden war, der durch Kork und Phellogen hindurch bis zum lebenden Rindengewebe reichte, ohne dass Verschluss durch neue Peridermbildung eingetreten war. Es scheinen demnach derartige Risse vor ihrem erneuten Abschluss in der That einige Zeit der Durchlüftung zu dienen. Ob hierdurch aber ein genügender Ersatz für Lenticellen geboten wird, lasse ich dahingestellt. Es dürften übrigens wohl die verhältnissmässig grossen Blattschöpfe an den Enden der mässig langen Zweige diesen schon allein genügend Luft zuführen.

Einige andere Beobachtungen beziehen sich auf Rhizome und Wurzeln. Natürlich kommen auch hier nur peridermbildende Organe in Betracht; Rhizome, die zeitlebens von der Epidermis umschlossen bleiben, sorgen ja meistens durch Spaltöffnungen für ausreichende Durchlüftung.

Die Rhizome von *Iris germanica* L. dringen bekanntlich nicht tief in den Boden ein, sondern kriechen meistens mehr auf demselben. Sie bestehen äusserlich nur aus den Blattnarben, so dass von eigentlichen Internodien bei ihnen garnicht die Rede sein kann. Sie werden bald von einem 10 bis 12 Zelllagen dicken Periderm umgeben, in dem jedoch nirgends Lenticellen zu bemerken sind. Um etwaige andere Durchlüftungseinrichtungen aufzufinden, wurde mit einem Rhizomstück von ca. 10 *cm* Länge und 15 bis 25 *mm* Durchmesser der STAHL'sche Versuch ausgeführt. Bei etwa 10 *cm* Druck kamen aus der Umgebung einiger Axillarknospen Luftblasen zum Vorschein. Es befindet sich hier, ähnlich wie bei *Yucca aloëfolia*, ein sehr intercellularenreiches Gewebe, das aber nicht die Natur eines Füllgewebes besitzt. Durch Zerreissen des Periderms in der Nähe der Knospe erhält die Luft Zutritt.

Ganz ähnlich verhielt sich auch das Rhizom von *Sanseviera spicata* Haw., das auch in biologischer Hinsicht an das von *Iris germanica* erinnert, indem es gleichfalls mehr auf als in dem Boden fortwächst. Zur Anstellung des Druckversuchs benutzte ich ein Stück von ca. 6 *cm* Länge und $1^1/_2$ bis 2 *cm* Dicke. Bei einem Druck von $5^1/_2$ *cm* Queck-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

silber trat aus der Gegend von 2 Axillarknospen ein Luftstrom aus. Der anatomische Bau des die Knospe umgebenden Gewebes ist gleichfalls dem von *Yucca* ähnlich. Nach aussen hin wird dieses durch ein etwa 6 Zelllagen starkes Periderm abgeschlossen, das an den beiden bei dem Versuch functionirenden Stellen gesprengt war.

Dioscorea Batatas Desne. Die knolligen Wurzeln dieser Pflanze sind mit einem ziemlich reichlich entwickelten Periderm versehen. Mir fielen an einer mässig dicken Wurzel, die im April d. J. von einem im Freien cultivirten Exemplar ausgegraben war, zwei lenticellenartig aussehende Stellen auf. Um zunächst festzustellen, ob es sich wirklich um Durchlüftungsorgane handelt, führte ich mit dem ca. 11 *cm* langen und 1 bis $1^1/_2$ *cm* dicken Wurzelstück den STAHL'schen Versuch aus. In der That trat schon bei $2^1/_2$ *cm* Druck aus einer, und bei $5^1/_2$ *cm* Druck auch aus der anderen Stelle Luft aus, daneben drangen aber auch aus einigen im Periderm verlaufenden Längsrissen Luftbläschen hervor. Ich wiederholte dann den Versuch mit einem älteren, noch mehr durch Risse zerklüfteten Wurzelstück von ca. 8 *cm* Länge und 2 bis $2^1/_2$ *cm* Dicke und sah gleichfalls bei geringerem Druck aus mehreren Rissen Luft hervorperlen. Die anatomische Prüfung bestätigte zunächst meine Vermuthung über die Lenticellennatur der beiden schon äusserlich als solche hervortretenden Stellen. Es befanden sich hier Parenchymwucherungen, die im Allgemeinen an die bei *Aloë* und *Dracaena* gefundenen erinnern. Das „Füllgewebe" geht aus einer am Grunde der Lenticelle gelegenen Bildungsschicht hervor; die Zellen zeigen im Ganzen eine radiale Anordnung und lassen besonders in dieser Richtung verlaufende Intercellularen zwischen sich; auch durch das Meristem der Wucherung vermitteln zarte Luftlinien die radiale Verbindung mit den Interstitien des darunter liegenden Rindengewebes.

Die Untersuchung der Risse lieferte folgenden Befund. Sie reichten zum Theil mehrere Millimeter tief in die Rinde hinein. Die angrenzenden Zellen waren intensiv röthlich-braun gefärbt, sie widerstanden ebenso wie die Korkzellen einer mehrtägigen Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure. An den tieferen Rissen, aus denen bei den Druckversuchen Luft austrat, waren keine Neubildungen von Zellen zu bemerken, so dass hier also, wie bei jeder unverschlossenen Wunde, eine Communication mit der im Boden befindlichen Luft möglich war. Dagegen war unter weniger tiefen Rissen ein Peridermabschluss bereits vorhanden. Ob auch die Risse neben den Lenticellen als „beabsichtigte" Durchlüftungseinrichtungen anzusehen sind, möchte ich bezweifeln.

Vielleicht finden sich auch an dem mit gewaltigen Peridermplatten bedeckten rübenartigen Stamm von *Testudinaria Elephantipes* Burch. in den zwischen den Platten verlaufenden Rissen Durchlüftungsstellen. Mir stand leider kein frisches Material zur Verfügung, um die Frage

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zu entscheiden. An einem im hiesigen Botanischen Museum befindlichen getrockneten Stamm konnte ich nur feststellen, dass die Risse bis dicht an die lebende Rinde hinabreichen.

III. Beobachtungen an Pandanaceen und Palmen.

Die Stämme der Pandanaceen und Palmen haben insofern eine gewisse Aehnlichkeit, als sie, im Gegensatz zu denen der baumartigen Lilien und der ihnen anatomisch nahe stehenden Gewächse, des secundären Dickenwachsthums entbehren. Doch sind sie insofern wesentlich verschieden, als den Pandanaceen eine typische Peridermbildung zukommt, die den Palmen fehlt.

Weder an den Stämmen, noch an den Wurzeln irgend einer Pandanacee oder Palme konnte ich Lenticellen auffinden.

Ich hatte Gelegenheit, ein grösseres Exemplar von *Pandanus utilis* Bory in dieser Frage eingehender zu untersuchen. An dem Stamm entsteht das Phellogen ziemlich tief in der Rinde, so dass bei eintretender Peridermbildung sogleich ein beträchtlicher Theil der Rinde als Borke abgetrennt wird. Vorher bilden sich zwar auch in den äusseren Rindenzellen, etwa in der dritten Schicht unter der Epidermis, hier und da tangentiale Querwände, die verkorken, doch kommt es hier nicht zur Bildung eines zusammenhängenden Phellogens. Zur Prüfung auf Rindenporen benutzte ich ein 22 *cm* langes, $5^1/_2$ *cm* dickes Stammstück, dessen oberes Ende etwa 60 *cm* unter dem Blattschopf lag. Es wurde wie gewöhnlich in ein U-Rohr gekittet und unter einem Druck von über 10 *cm* Quecksilber unter Wasser beobachtet. Es konnte an keiner Stelle ein Austreten von Luftblasen wahrgenommen werden. Auch der mit einer älteren Stützwurzel ausgeführte Druckversuch gab ein durchaus negatives Ergebniss. Die abgestorbenen Nebenwurzeln, von denen ich Anfangs vermuthete, dass sie als Durchlüftungsorgane in Betracht kommen könnten, erwiesen sich als völlig verschlossen.

Als Ersatz für die fehlenden Lenticellen dürften bei den Pandanaceen wohl die eigenthümlichen Pneumathoden dienen, die von LUDWIG JOST[1]) an den aërophilen Wurzeln dieser Pflanzen entdeckt worden sind. Da der genannte Verfasser über Bau und Function dieser Organe eingehend berichtet hat, so erübrigt mir nur, auf die citirte Abhandlung hinzuweisen.

Ueber das Fehlen oder Vorhandensein von Periderm bei den Palmen finden sich in der Litteratur so widersprechende Angaben,

1) LUDWIG JOST, Ein Beitrag zur Kenntniss der Athmungsorgane der Pflanzen. Botan. Zeitung, 45. Jahrg. 1887, p. 601 u. folg.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dass ich es für angemessen halte, zugleich über meine diesbezüglichen Beobachtungen an dieser Stelle zu berichten.

Hugo von Mohl hat das Fehlen des Periderms offenbar richtig beobachtet, wenn er sagt: „Eine vom unterliegenden Parenchyme deutlich gesonderte und ein besonderes Wachsthum zeigende Rinde, wie sie bei den dicotylen Holzgewächsen sich findet, fehlt bei den Palmen".[1]) Auch aus den vorzüglichen Abbildungen in dem bekannten Werke „De palmarum structura"[2]) geht das Fehlen von Periderm unzweifelhaft hervor. Ebenso giebt Eichler in der Beschreibung des Stammes von *Cocos flexuosa* richtig an, dass sich „an der Peripherie durch Absterben eines Gewebestreifens (ohne Auftreten von Kork) eine dünne Borke bildet."[3]) Dagegen behauptet Falkenberg, dass sich „an den Stämmen mancher Palmen, wie *Livistona australis*, reichliche Korkbildung findet,"[4]) und auch O. L. Müller[5]) führt die Palmen unter den peridermbildenden Monocotylen auf. Andererseits bemerkt J. E. Weiss[6]) ausdrücklich, dass er die Frage der Korkbildung für die Palmen als offen betrachte.

Ich untersuchte zunächst ein Rindenstück von *Livistona oliviformis* Mart., das einem alten Exemplar des Botanischen Gartens entstammte. Das lebende Rindengewebe ist sehr weich, es ist nach aussen zu von einer dünnen „Borken"-Schicht bekleidet, die meistens nur etwa $1^1/_2$ *mm* dick ist. Diese „Borke" besteht nur aus den abgestorbenen peripherischen Gewebeelementen, die mehr oder weniger stark gebräunt sind und wohl als verkorkt angesehen werden müssen. Während die lebenden Rindenzellen die typische Cellulosereaction zeigen, widerstehen die abgestorbenen Zellen der Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure, werden durch Chlorzinkjod gelb gefärbt und nehmen bei Behandlung mit Phloroglucin und Salzsäure deutliche Rothfärbung an. Die Rinde besitzt nur wenig Intercellularräume, doch fehlen sie nicht vollständig, wie dies von Mohl[1]) für die „Faserschicht" aller Palmen angegeben wird. Um zu prüfen, wie weit die „Borke" den Stamm gegen die

---

1) Hugo von Mohl, Ueber den Bau des Palmenstammes (Vermischte Schriften, S. 136.)

2) Hugo Mohl, De palmarum structura (Ex Martii opere, genera et species palmarum inscripto). Monachii, 1831.

3) A. W. Eichler, Verdickungsweise der Palmenstämme. Sitzgsber. der Akademie der Wiss. zu Berlin, 1886, I. Halbband, S. 507.

4) P. Falkenberg, Vergleichende Untersuchungen über den Bau der Vegetationsorgane der Monocotyledonen. Stuttgart, 1876, S. 165.

5) Otto Ladislaus Müller, Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte und Verbreitung der Lenticellen. (Inaug.-Diss. Leipzig.) Kaschau, 1877, S. 34.

6) J. E. Weiss, Beiträge zur Kenntniss der Korkbildung. (Sep. aus Denkschr. der K. bayer. Bot. Ges. zu Regensburg, VI. Band.) München, 1893 [überklebt! darunter 1890], S. 50.

7) H. von Mohl, Vermischte Schriften, S. 134.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Atmosphäre abschliesst, wurde aus dem mir zur Verfügung stehenden Rindenstück mit dem Korkbohrer ein Propf herausgeschnitten und so in den kürzeren Schenkel eines U-Rohres gekittet, dass die lebende Rinde nach innen, die „Borke" nach aussen zu liegen kam. Es wurde dann durch Einfüllen von Quecksilber in den anderen Schenkel der Röhre die eingeschlossene Luft comprimirt und unter Wasser beobachtet. Schon bei einem Druck von 3 *cm* entströmte einem kleinen, in der „Borke" sichtbaren Längsriss Luft, bei $6^1/_2$ *cm* Druck entwichen auch einer auf dem Pfropf befindlichen Blattspur einige Luftblasen. Als der Druck auf 11 *cm* gesteigert wurde, traten noch an mehreren anderen Stellen kleine Luftbläschen auf. Es zeigt sich also jedenfalls, dass die „Borke" hier keinen hermetischen Verschluss gewährt, und somit Durchlüftung des Stammes zulässt.

Da ich weiteres frisches Material von grossen Palmen nicht wohl erlangen konnte, begnügte ich mich, den Bau der „Borke" für einige Arten nach trockenem Material zu untersuchen.

Livistona chinensis Mart. verhält sich in anatomischer Beziehung ebenso wie *L. oliviformis*.

An einem aus Deutsch-Ost-Afrika gesandten Stamm von *Hyphaene coriacea* Gaertn. bestand die Oberfläche aus der mehr oder weniger weit abgestorbenen Rinde, die hier ziemlich leicht abzufasern scheint.

Dagegen ist bei *Elaeis guineensis* L., von der ich aus Kamerun stammendes Material untersuchen konnte, die „Borke" sehr hart und widerstandsfähig. Sie ist relativ dünn und besteht aus starken Bastbündeln und dazwischenliegenden dickwandigen Rindenzellen.

Ein älterer Stamm von *Cocos nucifera* L. erwies sich aussen als noch fast vollständig von der Epidermis bekleidet. Doch traten in ihr viele Längsrisse hervor. Das darunter gelegene Gewebe ist in den abgestorbenen Schichten verkorkt. Es ist stellenweise radial gereiht und zeigt dann ein dem Periderm sehr ähnliches Aussehen. Doch besitzt es einerseits an anderen Stellen eine regellose Anordnung der Zellen, andererseits ist nirgends Phellogen aufzufinden.

An dem rübenartig angeschwollenen unteren Theile eines älteren Stammes von *Attalea Cohune* Mart. (= *Cocos lapidea* Gaertn.) war stark zerklüftete „Borke" vorhanden, die sich aus den abgestorbenen Elementen der Rinde zusammensetzt. Von der Epidermis war hier nichts mehr erhalten.

Auch die Oberfläche des sehr harten Stammes von *Thrinax argentea* Lodd. besteht aus den abgestorbenen Geweben der Rinde, die hier aus sehr dickwandigen Elementen zusammengesetzt ist.

Es lag somit in keinem der untersuchten Fälle eigentliche Peridermbildung vor. Es ist daher auch das Auftreten von Lenticellen an den Stämmen der Palmen überhaupt nicht zu erwarten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

An den Wurzeln vieler Palmen finden sich nach Jost, ebenso wie bei den Pandanaceen, die eigenthümlich gebauten Pneumathoden, auf die ich schon bei Besprechung von *Pandanus* hinwies. Sie versorgen das wachsende Wurzelsystem mit der nöthigen Luft, während die Zellen des Stammes, falls die durch die Interstitien der „Borke" eindringende Luft nicht genügen sollte, wohl von der mächtig entwickelten Krone her den zum Leben nothwendigen Sauerstoff beziehen können.

Berlin, Botanisches Institut der Universität.

Erklärung der Abbildungen.

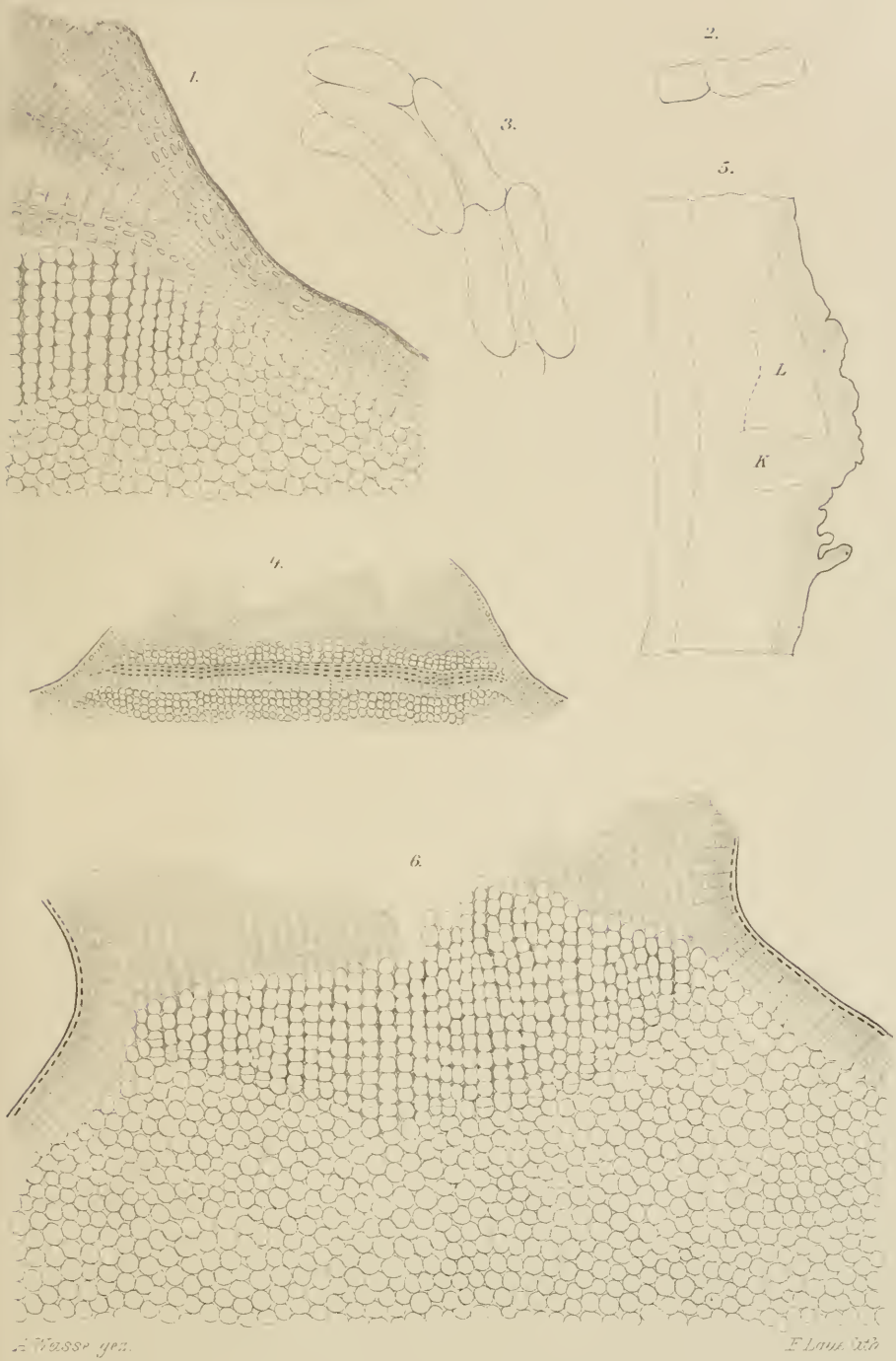
Fig. 1 bis 4. *Monstera deliciosa.*

Fig. 1. Theil eines Querschnitts einer Lenticelle von einer älteren Luftwurzel. Vergr. 60.
„ 2 und 3. Aërenchymartig ausgewachsene Füllzellen. Vergr. 150.
„ 4. Querschnitt einer Stammlenticelle. Vergr. 30.

Fig. 5 und 6. *Dracaena frutescens.*

Fig. 5. Radialer Längsschnitt, um die Lage der Lenticelle über der Axillarknospe zu zeigen. L Lenticelle, K Axillarknospe. Vergr. 15.
„ 6. Querschnitt durch die Lenticelle, etwa in der Höhe zwischen den Buchstaben L und K von Fig. 5 geführt. Vergr. 60.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: 15

Autor(en)/Author(s): Weisse (auch Weiße) Arthur

Artikel/Article: Ueber Lenticellen und verwandte Durchlüftungseinrichtungen bei Monocotylen 303-320