

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Zeitschrift:</b> | Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles.<br>Botanique = Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Freiburg. Botanik |
| <b>Herausgeber:</b> | Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles  |
| <b>Band:</b>        | 3 (1908-1925)  |
| <b>Heft:</b>        | 1: Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Markes einiger Dicotylen   |
| <b>Artikel:</b>     | Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Markes einiger Dicotylen  |
| <b>Autor:</b>       | Kobler, Johann   |
| <b>Kapitel:</b>     | Einleitung   |
| <b>DOI:</b>         | <a href="https://doi.org/10.5169/seals-306811">https://doi.org/10.5169/seals-306811</a>  |

### 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:** 08.02.2026

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

## Einleitung.

---

Die Achsenorgane unserer Bäume und Sträucher stimmen darin überein, daß sie sich von unten nach oben mehr oder weniger regelmäßig verjüngen. Wie die einzelnen Gewebe schichten, Mark, Holz und Rinde, sich dabei beteiligen, wie sie durch das Längen- und Dickenwachstum sich verändern, ist bereits Gegenstand verschiedener Untersuchungen geworden, doch wurde dabei dem Marke meistens weniger Aufmerksamkeit geschenkt.

Es ist die Aufgabe dieser Arbeit, das Verhalten des Markes einiger Dicotylen in verschiedenen Altersstadien zu untersuchen.

Ich stelle zuerst die mir zugänglichen Literaturangaben zusammen, die sich auf die Entwicklungsgeschichte des Markes beziehen.

Im Jahre 1863 erschien die erste dahingehörende Veröffentlichung von Sanio<sup>1)</sup>, der ich folgende Angaben entnehme: Bei *Evonymus* bleibt das Mark „zuerst noch ganz passiv; in der Folge vermehrt es aber seine immer durch derbere Wandungen erkennbaren Zellen durch vereinzelte, träge Teilungen, wodurch allmählich die Zellenzahl vermehrt wird“. — „Die Zellen des Markes (von *Ruscus racemosus*<sup>2)</sup>) nehmen nach dessen erster Anlage kaum mehr an Zahl zu, weshalb die ersten um das Mark gestellten Bündel nicht anders als durch Ausdehnung der Markzellen auseinander rücken. Wenn dies bei

---

<sup>1)</sup> Sanio, Ueber die Zusammensetzung des Holzkörpers und über seine erste Entstehung, Botanische Zeitung, 1863, pag. 370.

<sup>2)</sup> l. c. pag. 383.

allen in Betracht kommenden Monocotylen der Fall ist, so würde dies einen auffallenden Unterschied von den betreffenden Dicotylen bedingen, bei denen, wie oben beschrieben, das Mark beträchtlich an Zellenzahl zunimmt“.

Es ist hier bereits auf die zwei Möglichkeiten hingewiesen, welche eine Veränderung des Markquerschnittes bedingen: Vermehrung der Zellen durch Teilungen oder Ausdehnung der an Zahl konstanten Zellen. Sanio<sup>1)</sup> bemerkt weiter über die verschiedenen Zellen des Markes von *Tecoma radicans*: „Die lufthaltigen Zellen werden bei der Vergrößerung des inneren Holzringes zusammengedrückt. Die Inhalt führenden fand ich aber bei einem 3jährigen Stammstücke noch lebendig“. Ob die so entstandenen Lücken durch nachträgliche Teilungen lebender Zellen ausgefüllt werden, wie Kassner (s. u.) beobachtet, wird nicht gesagt.

In den oberen Internodien von *Peperomia blanda* sind nach Sanio<sup>2)</sup> die Zellen des Markes weiter geworden als die Zellen der Innenrinde, während sie ganz oben einander gleich waren. Sie teilen sich noch häufig, aber seltener als zu oberst. Weiter unten fehlen die teilenden Scheidewände in mehreren Markzellen und noch weiter unten sind die Teilungen zum größten Teil erloschen. „Daraus folgt, daß die Teilungen im Marke in der Richtung von unten nach oben aufhören“. Ueber die Dauer der Veränderungen im Marke von *Peperomia* schreibt er<sup>3)</sup>: „Um die Zeit, wo das jüngste Bündel des peripherischen Gefäßbündelringes angelegt wird, sind die Teilungen im Marke fast ganz erloschen“. Nach dieser Angabe wären also Teilungen und Wachstum im Marke ausgeschlossen, sobald die Gefäßbündel gebildet sind. Damit stimmen aber die Ergebnisse dieser vorliegenden und anderer Arbeiten<sup>4)</sup> nicht überein.

---

<sup>1)</sup> Sanio, Die Verdickung des Holzkörpers auf der Markseite bei *Tecoma radicans*, Bot. Ztg. 1864, pag. 61.

<sup>2)</sup> Sanio, Ueber endogene Gefäßbündelbildung, l. c. pag. 210.

<sup>3)</sup> l. c. pag. 213.

<sup>4)</sup> Kassner, Ueber das Mark einiger Holzpflanzen, Diss. Basel

Die ersten eingehenden Untersuchungen über das Mark im Besondern verdanken wir A. Gris<sup>1)</sup>), dessen Resultate über Morphologie, Inhalt, Lebensdauer und Einteilung des Markes gegebenen Ortes erwähnt werden.

Weitere Beiträge zur Art und Dauer der Entwicklung des Markes gibt Kassner. Zum Längen- und Dickenwachstum des Markes im Allgemeinen bemerkt er<sup>2)</sup>: „Seine Zellen erfahren bis zur Vollendung der Streckung der Internodien eine wiederholte Querteilung, so daß sie im ausgewachsenen Zustande in longitudinalen Reihen angeordnet und über einander liegend erscheinen. Das Wachstum in der Breitenrichtung geschieht dagegen, sobald die Streckung begonnen, vorwiegend nur durch Flächenwachstum der Zellwände ohne Längsteilung seiner Zellen. Es bleibt sich deshalb die Anzahl der im Durchmesser aufeinander folgender Querschnitte vorhandenen Zellen gleich oder vermehrt sich wenigstens nur unbedeutend. In gewissen unten näher zu beschreibenden Fällen zeigen sich allerdings Ausnahmen und dann eine oft noch lange in der Längsrichtung andauernde Teilungsfähigkeit, auch bieten sich im jungen Mark vieler Pflanzen in der Nähe des Protoxylems teilungsfähige Phloëmbündel dar“.

In der Regel findet also nach der ersten Vegetationsperiode keine Zellvermehrung mehr statt. „Schon in den tieferen Teilen des einjährigen Triebes verschwindet oft der Inhalt (Plasma, Stärke) nebst dem Zellsaft, um in den meisten Fällen überhaupt nicht mehr aufzutreten. Aus diesem Grunde sprach man lange Zeit dem Marke älterer Zweige überhaupt irgendwelche Bedeutung für die Pflanze ab, da es sich gezeigt hatte, daß in den meisten Fällen sich seine Zellen mit Luft füllen“.

Dagegen finden sich vereinzelte Angaben, daß das Mark

---

1884. Ursprung, Ueber die Dauer des primären Dickenwachstums, Ber. d. d. bot. Ges. XXIV. pag. 489. — Frank, Lehrb. d. Bot. I. 376.

<sup>1)</sup> 1866, Sur la moelle des plantes ligneuses, Ann. des sc. naturelles, Botanique, V<sup>me</sup> série, Tom. XIV pag. 26 ss.

<sup>2)</sup> Kassner, l. c. pag. 5.

doch nicht unter allen Umständen seine Tätigkeit einbüße. So führt z. B. Hartig<sup>1)</sup> an, daß bei *Quercus* und *Fagus* der Zellschlauch, d. i. das Protoplasma, im Marke sich längere Zeit erhalte und letzteres auch als Reservestoffbehälter für die Pflanze dienen könne, etc. Die umfassendsten Untersuchungen über die Lebenstätigkeit des Markes, welche z. B. bei *Quercus* und *Fraxinus* bis 20 Jahre dauern kann, verdanken wir Gris. Dieselbe äußert sich aber nach Gris und Hartig nur im Inhalte der Markzellen, nicht in Teilungen oder im Wachstum derselben. Ueber Zeit und Dauer der Entwicklung der Markzellen sagt Kassner<sup>2)</sup>: „So verschiedenartig auch die Struktur des Markes . . . sein kann, so sehen wir doch, . . . daß ihr in allen Fällen etwas gemeinsam ist. Es ist dies die Zeit ihrer Ausbildung. Bei fast allen Pflanzen ist es das primäre Grundgewebe, welches schon in seinem ersten Sommer, bei vielen Pflanzen schon am Anfang der ersten Vegetationsperiode, die ihm in den Einzelfällen charakteristische Struktur angenommen hat“, welche unverändert bleibt in Bezug auf Größe, Gestalt, Zahl und Anordnung der Zellen. In der Regel findet also nach Vollendung des primären Wachstums keine Veränderung des Markes mehr statt. Wo ausnahmsweise doch eine solche vorkommt, handelt es sich nur um die Ausfüllung entstandener Lücken im Markzylinder, ohne weitere Veränderungen seines Gesamtquerschnittes. Solche Ausfüllungen hat Kassner beobachtet im Marke von *Pterocarya caucasica*, *Euonymus europaea*, *Ampelopsis quinquefolia*, *Lycium barbarum*, *Solanum dulcamara* und *Ribes*-Arten. Das Interessante dabei ist, daß dieselben erst am Schlusse der ersten oder im Verlaufe der zweiten Vegetationsperiode auftreten, und zwar „durch erneutes Flächenwachstum und die Entwicklung neuer Gewebselemente durch nachträgliche Teilung“, was Kassner als „ein wesentliches Merkmal“ dieser Pflanzen bezeichnet<sup>3)</sup>,

---

<sup>1)</sup> Hartig, Th., Anatomie und Physiologie der Holzpflanzen, Berlin 1878, pag. 71 und 182.

<sup>2)</sup> l. c. pag. 27.

<sup>3)</sup> l. c. pag. 27.

In noch späterem Alter beobachtete er Teilungen im Marke der Ribes-Arten. „Es sind „Zellvermehrungen bei den Ribes-Arten selbst nach vollendeter Streckung, in einjährigen sowohl wie in vieljährigen Zweigen, eine fort dauernde und gewöhnliche Erscheinung“. Diesen Vorgang hat Kassner namentlich bei einem sechsjährigen Stamminternodium von *Ribes rubrum* wahrgenommen. Die Gründe dieser nachträglichen Veränderungen im Marke gibt er in folgender Weise an: „Wie wir sehen, bewirken also bei den Ribes-Arten sowohl der Umstand, daß das ursprüngliche Gewebe stellenweise vernichtet, und dadurch Platz geschaffen wird, sowie besondere dem Plasma und namentlich der Zellwand innenwohnende Eigenschaften eine Veränderung der Markstruktur, welche so lange andauern kann, als es überhaupt im Marke noch lebensfähige Zellen gibt“. Je nachdem die Zellwand verholzt ist oder aus Cellulose besteht, ist das Aussehen und die Größe der Markzellen und des ganzen Markquerschnittes in jungen wie in alten Sprossen konstant oder nicht. Zu den Pflanzen mit verholztem konstantem Mark gehören die meisten Holzpflanzen. Die Zellen ihres Markes „sind bei fort dauernder Lebenstätigkeit stark verdickt und in ihrer Form beständig“<sup>1)</sup>. Bei *Eonymus*, *Lycium*, *Ampelopsis*, *Solanum* und den Ribes-Arten besteht das Mark aus fast reiner Cellulose. Seine Zellen haben leicht veränderliche Form. Beim Absterben des Markes fallen sie zusammen; wenn es lebendig bleibt, zeichnet es sich durch Teilungen und Wachstum aus, wo der Raum es gestattet.

Fast regelmäßig ist die Tatsache, daß kompakte Markzylinder in geschlossenen Holzringen in älteren Sprossen weitere Durchmesser, mehr oder größere Zellen besitzen, als in jüngeren, u. a. auch bei Holzgewächsen, die zu den Pflanzen mit konstantem Mark gezählt wurden. Es entsteht nun die Frage: Wurde das Mark in den alten und jungen Sprossen verschieden weit angelegt, oder hat es sich später im ge-

---

<sup>1)</sup> I. e. pag. 35.

schlossenen Holzring mit diesem ausgedehnt? Die folgenden Abschnitte werden diese Frage zum Teile lösen.

Weitern Angaben über das Mark begegnen wir bei Hä默尔 <sup>1)</sup>. Er findet, „daß die Markzellen in den untersten Internodien am weitesten sind und nach oben hin beständig abnehmen“ <sup>2)</sup>. In Bezug auf die Länge der Zellen in verschiedener Höhe zweier Sprosse ergibt sich „eine beständige Zunahme der Markzelllänge bis zu einem Maximum, das beim ersten Exemplar im 18., beim zweiten im 12. Internodium liegt. Von dort nimmt in beiden Trieben die Zelllänge beständig bis zur Spitze ab“ <sup>3)</sup>. „Man erkennt aber, daß durch das Zusammenwirken dieser beiden Faktoren (Weite und Länge) die Gestalt der Markzellen im Stengel sich von unten nach oben wesentlich ändern muß. Sie sind in den untern Internodien kurz und weit, in der Mitte länger und schmäler, an der Spitze im Verhältnis zu ihrer Weite sehr lang. . . . Der Hauptfaktor, der für die Unterschiede der Internodien maßgebend ist, bleibt die größere oder geringere Zahl der aufbauenden Elemente“ <sup>4)</sup>. Hä默尔 spricht damit aus, daß für Unterschiede im Markdurchmesser in verschiedener Höhe nicht nur Unterschiede in der Weite und Länge der einzelnen Zellen in Betracht kommen, sondern auch numerische Unterschiede.

Das Mark als Ganzes nimmt nach Hä默尔 von unten nach oben am meisten ab von allen Geweben, jedoch nicht regelmäßig. Wir werden auch im Folgenden sehen, daß regelmäßige Abnahme des Markdurchmessers von unten nach oben selten ist, und daß die verschiedenen Schwankungen desselben in verschiedener Höhe nicht nur von der Weite, sondern meistens von der Zahl der Markzellen abhängig sind.

Berthold <sup>5)</sup> faßt die bisherigen Angaben über das Mark

---

<sup>1)</sup> Zur physiologischen Anatomie von *Polygonum cuspidatum*, Dissertation v. Göttingen, 1898.

<sup>2)</sup> l. c. pag. 51 und 52. <sup>3)</sup> l. c. pag. 53.

<sup>4)</sup> l. c. pag. 53. <sup>5)</sup> Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation, II. Teil, 1. Hälfte, II, Kap. Das Mark; Kap. IV und V.

zusammen und ergänzt dieselben durch eingehende Untersuchungen über seine Anlage, Differenzierung und Ausbildung, sowie über die Inhaltsveränderungen desselben bei verschiedenen Familien und Spezies.

Ich führe hier nur einige Sätze aus den angeführten Quellen an, die sich zunächst auf meine Beobachtungen beziehen:

1. Bei einigen Pflanzen nehmen die Markzellen nach ihrer ersten Anlage nicht an Zahl, aber an Weite zu<sup>1)</sup>.
2. Bei andern Dicotylen nimmt das Mark nach der ersten Anlage beträchtlich an Zellenzahl zu<sup>2)</sup>.
3. Die Teilungen in mehrjährigen Markzellen sind für eine Gruppe von Pflanzen typisch<sup>3)</sup>.
4. Bei den übrigen Pflanzen hört mit dem Längenwachstum auch die Teilungsfähigkeit auf<sup>4)</sup>.
5. Die Unterschiede im Markdurchmesser in verschiedener Höhe sind durch Unterschiede in Größe und Zahl der einzelnen Markzellen bedingt<sup>5)</sup>.

---

<sup>1)</sup> <sup>2)</sup> Bot. Ztg. 1863 pag. 383; <sup>3)</sup> <sup>4)</sup> Kassner, l. c. pag. 27.

<sup>5)</sup> Häammerle, l. c. pag. 53.