

**Zeitschrift:** Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles.  
Botanique = Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in  
Freiburg. Botanik

**Herausgeber:** Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

**Band:** 3 (1908-1925)

**Heft:** 1: Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Markes  
einiger Dicotylen

**Artikel:** Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Markes einiger  
Dicotylen

**Autor:** Kobler, Johann

**Kapitel:** I: Vergleichende Messungen des Markdurchmessers einiger Bäume  
und Sträucher

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-306811>

### **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>**

# I. T E I L.

## Vergleichende Messungen des Markdurchmessers einiger Bäume und Sträucher

- a) in verschiedener Höhe der Achsen,
- b) in verschiedenen ersten Internodien derselben.

Die Frage, die vorliegende Vergleichung für einige Pflanzen beantworten soll, heißt: *Wächst das Mark nach Ausbildung des geschlossenen Holzzylinders noch in die Dicke?* Das erste Ziel ist, zu erfahren, ob das Mark in späteren Vegetationsperioden sich überhaupt verändere und wie. Zu diesem Zwecke untersuchte ich die meisten vorhandenen Bäume und Sträucher, im Herbst und Winter 1904 in Freiburg (Schweiz), im Herbst 1905 und im Frühling 1906 in meiner Heimat, in Peterzell, Kt. St. Gallen. Ich wählte jüngere gutgewachsene Exemplare aus, die möglichst nahe der Erde geschnitten oder umgesägt wurden. Darauf sägte ich an der Schnittfläche und von da an bis zur Spitze, in Abständen von 100, resp. 50 cm, Scheiben von 2 bis 3 cm Dicke ab. Diese Abstände betragen 100 cm bei Bäumen und Sträuchern von 3 bis 12 m Höhe, 50 cm bei den kleineren. Die ersten sind in Tabelle I, die andern in Tabelle II zusammengestellt.

Ich bemerke zu diesen Abständen, daß die obersten Schnitte nicht immer die obersten Internodien treffen, sondern bisweilen Internodien des zweiten oder selten des dritten Jahrestriebes, wenn nämlich die obersten Jahrestriebe sehr kurz waren, so daß sie nur etwa 10 cm über dem letzten Schnitte lagen. Wie ich in verschiedenen Messungen kontrollierte, sind die Durchmesser des Markes in so geringem

Abstände kaum merklich verschieden. Ebenso führte ich wenige Schnitte, die gerade einen Knoten getroffen hätten, neben demselben aus, weil das Mark im Knoten, nahe über und unter demselben, Unregelmäßigkeiten in Form und Größe, « une modification profonde » <sup>1)</sup> aufweist.

Nachdem an den herausgeschnittenen Scheiben das Holz bis auf ein kleines Prisma, in welchem das Mark lag, entfernt war, stellte ich Querschnitte her und maß den Markdurchmesser. Die Messungen führte ich aus mit dem Mikroskop von Seibert, Ocular III, Objektiv O, und dem Ocularmikrometer, dessen Teilstrichwert =  $13,4 \mu$  beträgt und in den folgenden Angaben mit Ts bezeichnet ist.

In den Tabellen I und II sind die Vertreter der untersuchten Spezies zusammengestellt. Kolonne A, resp. a, enthält den Gesamtdurchmesser des Markes an der Basis, Kolonne M, resp. h, denjenigen an der Spitze der Achsen. Die Abstände der Schnitte betragen in Tabelle I 1 m, in Tabelle II 50 cm. Die Teilstriche werden jeweilen auf 5 oder 10 aufgerundet.

Die meisten Querschnitte waren rund. Bei ovalen Formen, z. B. *Corylus*, *Betula*, wurde die große und die kleine Diagonale gemessen; beim gleichseitig dreieckigen Marke von *Fagus* und dem fünfseitigen von *Rubus* nahm ich eine Normale einer Seite, welche diese und den gegenüberliegenden Winkel halbierte.

Wenn wir nun die Zeilen und Kolonnen der beiden Tabellen vergleichen, fallen uns einerseits die beträchtlichen Unterschiede des Markdurchmessers bei verschiedenen Pflanzen, und anderseits die Unterschiede in verschiedener Höhe der gleichen Pflanze auf.

Man vergleiche z. B. das mäßig entwickelte Mark der 3 bis 7 m hohen Nadelhölzer (bes. *Juniperus* und *Taxus*) Tab. I, 9—16, der Buche, Moorbirke, Pappel und Ulme, Tab.

---

<sup>1)</sup> Gris, l. c. pag. 54; — Berthold, l. c. II. Kap. 3. Das Mark im Knoten, pag. 57.

I, 1, 5, 6, 21 mit dem mächtigen Markzylinder des Hollunders, der Hundsrose und der Brombeere, Tab. I, 2; Tab. II, 2—5, 11, 12, 17, 18. Anderseits vergleiche man das zwei Mal zu- und abnehmende Mark der Buche, Tab. I, 1 mit dem gleichmäßig abnehmenden des Hollunders, Tab. II, 12 und mit dem zu- und abnehmenden von Robinia Pseudacacia, Tab. I, 4. Regelmäßige Abnahme des Markdurchmessers von unten nach oben, wie sie Hämmerle an einem Triebe von Polygonum beobachtet, fand ich bei wenigen Pflanzen. So z. B. bei einem Exemplar von Sambucus nigra, Tab. II, 12, einem 3,5 m hohen, zweijährigen Trieb, der in Abständen von je 50 cm folgende Markdurchmesser in Mikrometerteilstrichen aufwies<sup>1)</sup>: 880 Ts (XVI. Internodium); 720 (XIV.); 700 (XII.); 660 (X.); 570 (VII.); 480 (V.); 350 (III.); 110 (I.). (1 Ts = 13,4  $\mu$ .)

Die meisten untersuchten Spezies weisen Unregelmäßigkeiten auf in der Abnahme der Markweite. Die Veränderungen der letzteren im Verlaufe des Sprosses lassen sich in folgende Gruppen einteilen:

*I. Das Mark nimmt von unten nach oben beständig und regelmäßig ab.* Tab. II, 12, Sambucus; 14, Ribes rubrum; 16, Ribes Grossularia; 19, Symphoricarpus racemosus.

*II. Das Mark nimmt von unten an bis zur Mitte oder bis mehr oder weniger nahe an die Spitze ab. Hier nimmt es wieder zu und bleibt entweder konstant oder nimmt ein zweites Mal ab, eventuell nochmals zu.* Tab. I, 15, Pinus silvestris; 17, Corylus avellana; 18, Clematis vitalba; Tab. II, 10, Crataegus Oxyacantha; 3—5, Rubus fruticosus; 8, Acer campestre.

Die ovale Form des Stengels und Markes von Rubus, Tab. II, 5 in b und c rührt von der Belastung durch einen gefällten Stamm her, sonst ist sie fünfseitig. Die Inhaltsberechnung der Querschnitte erlaubt uns, das Mark in b und c enger als in a zu bezeichnen.

---

<sup>1)</sup> Die röm. Ziffern in Klammern geben die Internodien von unten nach oben an.

Von Rubus untersuchte ich nur gut entwickelte, kriechende Triebe, deren Spitzen durch Wurzelbüschel im Boden verankert waren. In diesen, Ende Januar geschnittenen, Trieben läßt sich das Anschwellen des Markes an der Spitze teleologisch so erklären, daß für die Bildung der Ausläufer im Frühling hier am meisten Baustoffe nötig sind. In ähnlichem Sinne läßt sich auch bei andern Pflanzen die Zunahme des Markdurchmessers an der Spitze deuten.

*III. Das Mark nimmt von unten an zu, unter oder über der Mitte wieder ab.* Tab. I, 2, Sambucus; 4, Robinia Pseudacacia; 13 und 14, Abies alba; Tab. II, 9, Crataegus oxyacantha; 11, Sambucus nigra; 15, Ribes nigrum; 17, 18, Rosa canina.

Ein Vergleich der Kolonnen zeigt, daß das Mark in den mittleren Partien der Achsen am weitesten ist. Wir finden oft auch in den mittleren Internodien der Jahrestriebe weiteres Mark als in den obern und untern. Jedoch läßt sich für keine einzige Spezies eine einheitliche, regelmäßige Veränderungskurve im Markdurchmesser herstellen. Man vergleiche z. B. nur die zwei Exemplare von Acer campestre, Tab. II, 7 und 8, und von Sambucus nigra, 11 und 12.

*IV. Das Mark nimmt von unten an zu, dann ab. Es erreicht ein zweites Maximum, bei dem es stehen bleibt, oder nach dem es nochmals abnimmt.* Dieses zweite Maximum ist gewöhnlich grösser als das erste und kann in, über oder unter der Mitte vorkommen. Tab. I, 1, Fagus silvatica; 3, Acer campestre; 5, Betula pubescens; 6, Populus tremula; 7, Salix fragilis; 9, Juniperus communis; 10, Taxus baccata; 11 und 12, Picea excelsa; 16, Pinus silvestris; 19, Prunus Cerasus; Tab. II, 1, Cornus sanguinea; 7, Acer campestre.

Zu dieser Gruppe gehören die meisten Laub- und Nadelhölzer. Ihr Mark darf nur dann „konstant“ genannt werden (Kassner), wenn man den verholzten Zustand seiner Zellen berücksichtigt, der Wachstum und Teilungen ausschließt. Ob, wie und wie lange im unverholzten Marke Veränderungen stattfinden, wird im zweiten Teile dieser Arbeit festgestellt.

Wenn wir in den Tabellen die obersten Markdurchmesser der verschiedenen Spezies vergleichen, nehmen wir bei denselben meistens geringe Werte wahr. Ausnahmsweise ist das Mark oben weiter als in der Mitte bei *Populus tremula*, Tab. I, 6; bei einem Drittel der untersuchten Exemplare ist es oben — bis fünf Mal — weiter als an der Basis der Achse, so bei allen untersuchten Nadelhölzern, Tab. I, 9—16. In Tab. II sind die Markdurchmesser oben bedeutend kleiner oder nahezu gleich groß wie unten.

Wenn das Mark unten weiter ist, so kann es früher weiter angelegt worden sein oder es hat sich nachträglich erweitert. Wenn es unten enger ist, wie bei *Picea* und *Quercus*, Tab. I, 11, 12 und 22, läßt sich das auf dreifache Weise erklären: Das Mark kann

1. früher enger angelegt worden sein, oder
2. es ist im Dickenwachstum zurückgeblieben, oder
3. es ist von außen, d. h. durch den Druck des wachsenden Holzzylinders zum Teil zusammengedrückt worden.

Ad 1. Die angeführten Messungen und besonders die Vergleiche der Markweite an Basis und Spitze bei den meisten Coniferen, bei *Quercus*, *Prunus*, *Ulmus*, etc. sprechen für die erste Möglichkeit. Ebenso die Markmessungen in c. 35 Gipfelsprossen von *Picea* von 30—400 cm Höhe, wobei ich in den ersten Internodien derselben, ca. 1 cm unter dem Vegetationspunkt, folgende Werte fand: 60, 65, 70, 80, 85, 90, 105, 115, 130, 140, 145 Ts. Daraus folgt, daß das Mark tatsächlich verschieden weit angelegt wird. Weitere Beobachtungen bestätigen diese Möglichkeit auch für verschiedene Jahrgänge.

Ad 2. In den zur Untersuchung verwendeten, normal gewachsenen Exemplaren kommt dieser Fall nicht in Betracht.

Ad 3. Der geschlossene Holzring kann nur so nach innen wachsen, daß die innersten Holzzellen durch zentripetale Streckungen sich in die Markzellen einschieben. Wenn das der Fall ist, werden nach den bisherigen Beobachtungen höchstens Markzellen von bedeutender Größe und luftführende



Zellen zusammengedrückt<sup>1)</sup>. Von einer weitergehenden Abnahme des Markdurchmessers ist jedoch nirgends die Rede.

Wir wenden uns zur Besprechung der Markweite in den ersten Internodien verschiedener Sprosse. Je nachdem nämlich in den jüngsten Anlagen verschiedener Exemplare einer Art das Mark gleich oder verschieden weit ist, können wir daraus den Schluß ziehen, daß auch in älteren Internodien die Verschiedenheiten auf *ursprünglich verschiedener Anlage* oder auf *nachträglichen Veränderungen gleicher Anlagen* beruhen.

Da sich das Mark während der Vegetationszeit verändert, untersuchte ich es erst am Ende derselben, im Oktober. Zuerst maß ich an 22 Sprossen von *Fraxinus excelsior*, die aus diesjährigen Keimlingen hervorgegangen waren, Sproßlänge und Markdurchmesser im ersten Internodium. Es stimmten gewöhnlich 2—3 Sprosse in diesen zwei Faktoren überein, weshalb ich sie in folgender Uebersicht ebenfalls zusammengefaßt habe.

### 1. *Fraxinus excelsior*.

Sproßlänge	Markweite	
	im obersten	im untersten Internodium
9,5 cm	30 Ts.	20 Ts.
11,5 "	40 "	40 "
12 "	40 "	(Mark zerstört)
14 "	50 : 40 "	" "
15 "	60 : 40 "	25 Ts.
18 "	80 : 60 "	50 : 30 "
23 "	80 : 50 "	35 "
24 "	90 : 70 "	20 "
25 "	80 : 60 "	25 "
26 "	70 : 50 "	35 "
26 "	80 : 70 "	35 "
39 "	90 : 55 "	20 "

<sup>1)</sup> Strasburger, Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen, pag. 257. „Das großzellige Mark wird mit fortschreitendem

Die Querschnittsform des Markes ist unten meistens rund. Nach oben wird sie, wie die des Stengels, elliptisch. Unten ist das Mark 2—3 Mal enger als oben, mit Ausnahme der zweiten Gruppe. Auffallend ist die mit der Sproßlänge zunehmende Markweite im obersten Internodium, die bei einem älteren Stamme von 8 m Länge (Tab. I, 23) 150 : 90 Ts. erreicht. Die erste Markanlage ist also

1. im gleichen Trieb zu verschiedenen Zeiten und
2. bei verschiedenen Trieben in ihren ersten Internodien und bei gleichen äußern Bedingungen verschieden. Der Grund dieser Differenzen liegt in der größeren oder geringeren Anzahl der an Größe konstanten Markzellen.

## 2. *Acer pseudoplatanus*.

Es wurden sieben Sprosse an Basis, Mitte und Spitze gemessen. Das Mark war unten meistens weiter als oben, in der Mitte am weitesten oder gleich wie unten:

	Länge des Sprosses	Spitze	Mitte	Basis
1.	7 cm	90 Ts.	100 Ts.	—
2.	15 „	70 „	100 „	100 Ts.
3.	25 „	100 „	70 „	90 „
4.	50 „	130 „	170 „	140 „
5.	70 „	100 „	150 „	140 „
6.	83 „(zweij.)	170 „	170 „	170 „
7.	190 „ „	100 „	270 „	240 „

Während bei *Fraxinus* der Markdurchmesser an der Spitze mit der Sproßlänge zunahm, ist es bei *Acer* derjenige an der Basis. Im gleichen Sproß ist die Markweite konstant im 6. Exemplar, während sie im 3., 5. und 7. Exemplar, bei gleichem Durchmesser von 100 Ts. an der Spitze, an der Basis bei entsprechend zunehmender Sproßlänge 90, 140 und 240 Ts. beträgt.

---

Dickenwachstum des Holzkörpers durch diesen flachgedrückt“. Sanio, Bot. Ztg. 1864 pag. 61. „Bei *Tecoma radicans* treten auf der Innenseite des Holzes Cambiumzellgruppen auf, welche Holzkeile in's Mark senden. Durch diese werden die lufthaltigen Zellen zusammengedrückt“.



Wie bei *Fraxinus* ist auch bei *Acer* das Mark in verschiedenen Sproßspitzen verschieden weit angelegt, aber nicht mit der Sproßlänge zunehmend wie dort. So hat z. B. ein 7 cm langer *Acersproß* 90 Ts. Markdurchmesser, drei andere, 25, 70 und 190 cm lang, haben 100 Ts. Im engeren Marke sind die Zellen klein und rundlich, im weiteren zahlreicher, größer und unregelmäßig gestaltet, besonders an der Peripherie stark radial gestreckt.

### 3. *Rubus fruticosus*.

Sproßlänge	Spitze	Basis
60 cm	50 Ts.	160 Ts.
115 "	80 "	200 "
170 "	60 "	—
190 "	50 "	—
200 "	100 "	—
350 "	180 "	270 "

### 4. *Sambucus nigra*.

Sproßlänge	Spitze	Basis
40 cm	100 : 70 Ts.	—
50 "	100 "	200 Ts.
80 "	110 "	—
100 "	220 : 180 "	—
100 "	170 "	100 "
260 "	120 "	480 "

Diese einjährigen Triebe von *Rubus* und *Sambucus* wurden zum Teil nur an der Spitze untersucht. Ihres voluminösen Markes wegen läßt sich die verschiedene Anlage desselben in verschiedenen, gleich alten, Sprossen deutlich vergleichen. Sie hängt im Allgemeinen, wie bei *Acer* und *Fraxinus*, nicht mit der Sproßlänge zusammen.

## 5. Quercus robur.

Sproßlänge	Markweite im obersten Internodium
5 cm	70 Ts.
10 "	70 "
10 "	60 "
20 "	60 "
40 "	60 : 40 "
90 "	25 "
90 "	40 "
90 "	40 : 25 "
950 " }	50 : 30 "
950 " } Aeltere Sprosse	60 "

Das Mark wird in den stärkeren, gleich alten Sprossen kleiner; es mißt z. B. bei den 5, 10 und 20 cm langen Sprossen 60 und 70 Ts., bei drei 90 cm langen schwankt es zwischen 25 und 40 Ts., in den älteren, längsten, mißt es 60 und 50 : 30 Ts.

## 6. Corylus Avellana.

1,5 cm	40 : 25 Ts.
4 "	45 : 35 "
5 "	50 : 35 "
8 "	45 : 35 "
16 "	50 : 30 "
40 "	50 : 30 "
50 "	50 : 40 "
75 "	30 : 20 "
90 "	70 : 50 "

Acer, Rubus, Sambucus und Corylus haben in den obersten Internodien verschieden langer, gleich alter Sprosse verschieden weites Mark. Die Uebereinstimmung der Zunahme der Sproßlänge und Markweite ist jedoch nicht Regel. So nimmt die Markweite mit der Sproßlänge z. B. bei Fraxinus regelmäßig zu, bei Quercus dagegen ab. In jedem der angeführten Fälle läßt sich aber annehmen, daß das Mark in den ersten Internodien verschiedener Sprosse einer Spezies verschieden weit

angelegt ist. Ob die in älteren Achsenorganen beobachteten Differenzen ebenfalls auf verschiedener Anlage oder auf nachträglichen Veränderungen beruhen, wird im zweiten Teile für einige Spezies untersucht.

Die Vergleiche der Differenzen, die in den Tabellen und in den Messungen der genannten sechs Spezies angegeben sind, zeigen zur Genüge, daß 1. das Mark in verschiedenen ersten Internodien verschieden weit angelegt wird, und 2. daß es oben und unten im gleichen Sproß verschieden ist und zwar unten gewöhnlich weiter als oben.

Die Differenzen in alten und jungen Partien des gleichen Sprosses sind aber größer als jene in verschiedenen ersten Internodien, so daß dieselben nicht a priori durch verschiedene Anlage, sondern durch nachträgliche Vergrößerung des Markzylinders zu erklären sind. Für die Seite 14, bei *Papulus* und den Nadelhölzern, und Seite 16, bei *Fraxinus*, angeführten Fälle, wo das Mark unten enger ist als oben, gibt es keine andere Möglichkeit als verschiedene Anlage. In der Regel ist es unten — oft bedeutend — weiter als der maximale Durchmesser, der überhaupt im obersten Internodium beobachtet wurde. Deshalb kann hier nicht verschiedene Anlage, sondern es muß nachträgliches Wachstum des Markzylinders in Betracht kommen. Wenn die vorläufigen orientierenden Messungen nur auf die ersten Internodien beschränkt blieben, werden sie im Folgenden auf die ganzen Jahrestriebe ausgedehnt, um die Veränderungen während einer Vegetationsperiode festzustellen.

---