

## 20. F. Tobler: Zur Kenntnis des Milchsafte von Manihot Glaziovii Müll. Arg.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Mit 6 Abbildungen im Text)

(Eingegangen am 7. April 1920.)

Den ersten Teil meiner 1912/13 in Amani (D. O.-A.) ausgeführten physiologischen Milchsafte- und Kautschuk-Studien hatte ich den Ergebnissen meiner Versuche gewidmet, soweit sie sich auf die mutmaßliche Funktion oder Zusammensetzung des Milchsafte bezogen<sup>1</sup>). Alles aber, was an den mitgebrachten Versuchsexemplaren im konservierten Zustand hatte beobachtet werden sollen und was sich im wesentlichen auf die physiologische und pathologische Anatomie der Pflanzen bezieht, war ich erst nach der 5jährigen Unterbrechung durch den Krieg in der Lage auszuarbeiten. Es hat sich dabei ziemlich überraschend herausgestellt, daß sich trotz mancher ausführlicher vorliegender Untersuchungen<sup>2</sup>) selbst in der normalen Anatomie von *Manihot* hinsichtlich der Milchsaftröhren noch manche Unklarheiten und Lücken fanden. Diese auszufüllen ist mir gelungen, und erst auf diese Weise wird auch die Frage nach der Funktion des Milchsafte weiter erörtert werden können, wobei ich mich vollständig den Überlegungen HABERLANDTs anschließe<sup>3</sup>), der nach der Wiedergabe der bisher vorgebrachten Anschauungen und im Anschluß an meine Funde wohl gerade aus der physiologischen Anatomie weitere Aufklärung erwartet.

CALVERT und BOODLE haben zuerst auf das Vorhandensein der drei verschiedenen Systeme von Milchröhren bei *Manihot* auf-

1) Zur Physiologie des Milchsafte usw. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Band 31, 1913, S. 617). — Physiologische Milchsafte- und Kautschuk-Studien I (Jahrb. f. wissensch. Bot. Bd. 54, 1914, S. 265).

2) Eine Zusammenfassung in: ZIMMERMANN, Der Manihot-Kautschuk (Jena 1913) S. 128 ff. Wichtig ferner die Mitteilung von ARENS: Over de anatomie van *Hevea brasiliensis* en *Manihot Glaziovii* usw. (Mededeelingen van Proefstation Malang I, 1911) und Bijdrage tot de kennis der melksapvaten van *Hevea* en *Manihot* (Cultuurgids, Jahrg. 13, 1911, S. 49), sowie CALVERT und BOODLE, On laticiferous tissue in the pith of *Manihot*. (Ann. of Bot. I, 1887, S. 57).

3) Physiologische Pflanzen-Anatomie, 5. Auflage (Berlin) 1918 S. 315 ff.

merksam gemacht: im Mark, zwischen Cambium und Bastfaserring und in der primären Rinde. Soweit diese Angabe sich auch in der gesamten einschlägigen Literatur verbreitet findet, so selbstverständlich wird auch für die Entwicklungsgeschichte der milchsaftführenden Zellen auf die Angaben dieser Arbeit Bezug genommen. Tatsächlich sind auch ergänzende Mitteilungen über die normale Anatomie der ausgebildeten Gewebe kaum beigebracht worden, wengleich die ursprünglichen Untersuchungen nicht immer erwähnt worden sind. Zu den entwicklungsgeschichtlichen Angaben der gleichen Verfasser hat ARENS einige Ergänzungen zu geben versucht, die ich indes nicht ganz richtig finde. CALVERT und BOODLE machen aber außerdem noch wichtige Angaben,

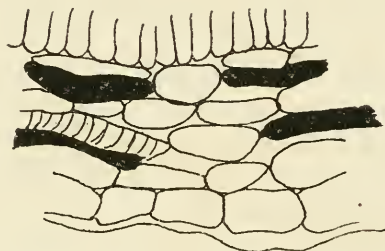


Abb. 1. Querschnitt durch Blatt von *Manihot*. Endigungen des Milchsaftsystems im Schwammparenchym von Blättern eines Keimlings. Vergr. 490.

erstens über den Inhalt der Milchsafttröhren, in denen sie Zellkerne fanden und auch im reifen Zustande lebenden Inhalt vermuten; zweitens geben sie der Annahme Raum, daß die sämtlichen drei Systeme mit Milchsaft an den Knotenstellen der Achsen in radialer Richtung untereinander in Verbindung stehen. Sie haben nicht weiter versucht, diese Annahme zu rechtfertigen. Es fällt mir auf, daß weder die Annahme des lebenden Inhalts noch die des gelegentlichen Vorkommens radialer Milchsafttröhrenstränge von irgendeinem späteren Verfasser in ihrer Bedeutung für die Physiologie des Milchsaftvorkommens herangezogen worden sind.

Ich habe bei meinen Untersuchungen in zahlreichen Fällen die Beobachtung gemacht, daß in der Tat an den Knotenstellen sich eine ausgedehnte radiale Verbindung unter den Milchsaftelementen nachweisen läßt. Die im Mark an der Grenze des Holzkörpers auftretenden Milchsafttröhren, die im allgemeinen (auf dem

Querschnitt) sich nur spärlich und selten horizontal miteinander verbunden zeigen, treten an den Verzweigungsstellen außerordentlich reichlich, sehr viel kräftiger und stark miteinander verbunden auf. Sie gehen dann als stark ins Auge fallende Umhüllung des abzweigenden Sprosses durch den Holzkörper des Hauptsprosses in radialer Richtung hindurch. Das Auftreten der Verzweigung macht sich an der äußeren Grenze des Holzkörpers zuerst in einer Lockerung und Vorwölbung des Ringes von Bastfasergruppen bemerkbar. Die zwischen diesem und dem Cambium gelegenen, in der Zahl vom Alter der betreffenden Achse abhängigen Milchsaft-

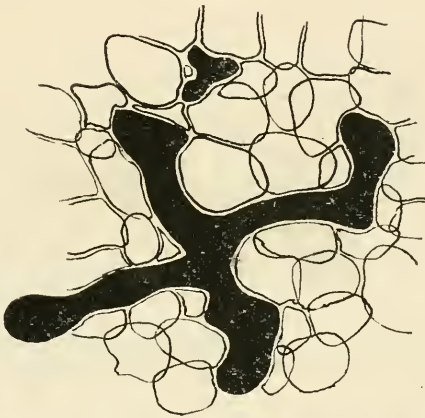


Abb. 2. Aus der primären Rinde einer Narbe am *Manihot*stamm: Auswachsen von Resten der äußersten Milchröhren. Vergr. 180.

röhren, die bekanntlich mehrere in tangentialer Richtung reichlich untereinander verbundene mantelartige Schichten um den Stamm vorstellen, werden gleichfalls bei der einsetzenden Vorsprossung reichlich vermehrt und gehen gleichfalls kräftig in radiale Richtung über. Ihr Zusammenschluß mit dem den jungen Holzkörper des Seitensprosses umgebenden vom Mark herkommenden Mantel ist in der Berührungslinie (auf dem Querschnitt an den zwei Ecken) gut nachweisbar. Ebenso findet dann, falls der Zustand der primären Rinde den äußersten Kreis von Milchsafttröhren noch aufweist, auch eine Berührung mit diesem System statt. An dieser Beobachtung ist aber außer der Bestätigung der von CALVERT und BOODLE ausgesprochenen Annahme auch noch das wichtig zu betonen, daß hier sichtlich an allen Punkten lebhafter Zellvermehrung

gerade die milchsaftführenden Elemente besonders üppig hervortreten, ja geradezu das Gesamtbild der jugendlichen Gewebe beherrschen. Im gleichen Sinne sprechen andere Beobachtungen von Fällen, in denen milchsaftführende Gewebe anatomisch geradezu den Charakter eines Cambiums tragen können. Während sie sich sonst meist erst einige Zellreihen von der Cambiumlinie entfernt durch ihren Inhalt deutlich differenzieren, können sie bei besonderen Vorkommnissen, die zu nachträglicher oder lokaler Zellvermehrung Anlaß geben, unter Beibehaltung ihrer inhaltlichen Verschiedenheit sich völlig so verhalten wie Bildungsgewebe.

Es lag nahe, nach diesen Befunden, die ich schon an frischem Material flüchtig zu beobachten in der Lage war, aber erst an



Abb. 3. Radialer Längsschnitt durch die sekundäre Rinde in einer Zapfnarbe: Auswachsen von Milchsafttröhrenresten. Vergr. 250.

konservierten durchgreifend erkannte, ein besonderes Augenmerk auf die Enden des Milchröhrensystems in den Sproßspitzen und Blättern zu richten. Über die Menge der in den Blättern vorhandenen Milchsafttröhren und ihre enge Beziehung zu den Gefäßbündeln unterrichtet schon der Anschnitt der frischen Blätter ohne weiteres. Es läßt sich dann aber die Begleitung der feinsten Gefäßbündelendigungen bis zu ihrem Anschluß an die zartesten Blattschichten erkennen, wobei die Milchröhren die Gefäße sogar weiter begleiten als es die Siebröhren zu tun pflegen. Auch in den Keimlingen ist das Verhalten der Milchröhren ein entsprechendes (Abb. 1).

In ganz ähnlicher Richtung bewegen sich nun die viel ausgedehnteren Beobachtungen über die pathologische Anatomie von *Munihot*, die mit Rücksicht auf den praktischen Wert der Befunde für die Erneuerung der Milchsaftgewebe und die Zapfung das eigentliche Interesse verdienten. Über die Wundgewebe der sehr



ähnlichen *Hevea*<sup>1)</sup> hat S. V. SIMON einige Angaben gemacht, aus denen mir am bemerkenswertesten die Erwähnung „isolierter kleiner Milchzellengruppen“ erscheint, in denen er entsprechende zersprengte Cambiumelemente vermutet. Diese Vermutung bestätigt sich vollkommen, kann aber noch dahin erweitert werden, daß eben nicht nur, wie schon oben erwähnt, unter besonderen Umständen (Verwundung) ein unmittelbarer Übergang zwischen Cambium und Milchsaftzellen, also geradezu Entstehung cambiumhaften Milchsaftgewebes eintritt, sondern daß auch außerordentlich kleine Bruchstücke von Milchsafröhren sich in

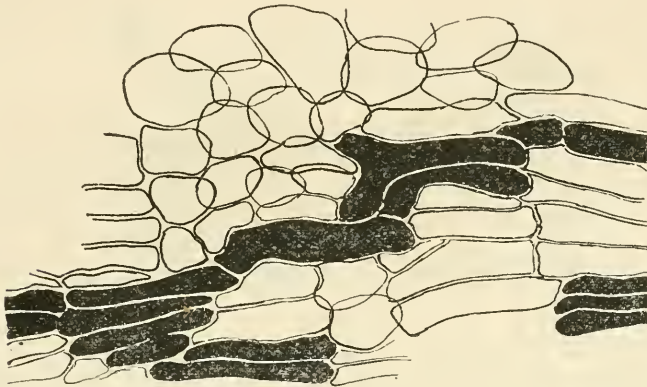


Abb. 4. Querschnitt nahe dem Cambium unter einer Zapfstelle von *Manihot*: Cambiales, milchsaftführendes Gewebe. Vergr. 180.

hohem Grade reproduktionsfähig und dabei innerhalb der Gewebe höchst selbständig erweisen (Abb. 2). Zweifellos ist das Wachstum dieser Milchsafröhren auch normalerweise ein starkes Sicheinschieben in jeden verfügbaren Raum zwischen anderen Elementen. Die vordringenden Spitzen, die Verzweigungen und Anastomosen gewähren bisweilen geradezu das Bild interzellulärer Pilzhyphen. Dieser Charakter steigert sich im lockeren Wundgewebe ebenso wie beim auflockernden Durchbruch des Seitensprosses noch mehr. Dadurch entstehen die zahlreichen Verzweigungen in allen Richtungen und die Möglichkeiten für die sonst fehlenden radialen Verbindungen (Abb. 3).

1) Zapfversuche an *Hevea brasiliensis* usw. (Tropenpflanzer Bd. 17, 1913, S. 30 d. S.-A.)

Die üblichen, beim Kautschukzapfen mit dem Messer vorgenommenen Verwundungen (Einschnitte in die Rinde in horizontaler Richtung), treffen je nach ihrer Tiefe und nach dem Alter des betreffenden Sprosses eine verschiedene Anzahl von tangentialen (Mantel-)Schichten des Siebröhrengewebes in der sekundären Rinde. Die daraufhin einsetzende Wundgewebekonstruktion geht natürlich vom Cambium aus. Unabhängig von der dort eintretenden Neubildung von Korkgeweben und anderen zum Ersatz auftretenden Schichten schon vorhandener Gewebe treten aber von den berührten Geweben gerade die Milchsaftelemente seitlich der Wund-

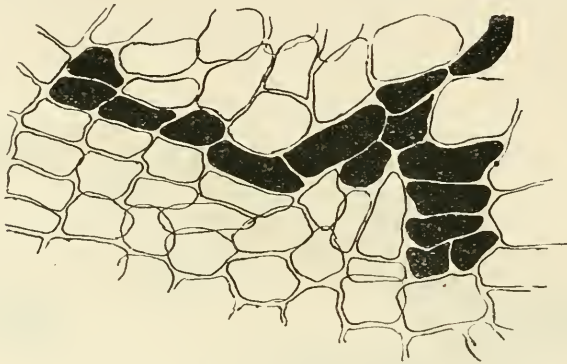


Abb. 5. Gegenstand wie Abb. 4: Ablenkung der milchsafführenden Zellreihen in radialer Richtung und Entstehung von radialen Brücken. Vergr. 180.

ränder in starkes, eigenes Wachstum ein. An diesen Stellen entsteht dann ganz ähnlich wie bei der Bildung von Seitensprossen eine sogar mehrfache radiale Verbindung zwischen den Milchsaftelementen (Abb. 4 und 5). Hierzu kommt noch eine Erscheinung, die, obwohl anderen Ursprungs, in ganz gleicher Richtung wirksam wird: sobald durch starkes Vorwuchern des Cambiums hinter der Mitte der Wunde ein Keil in das verletzte Gewebe eingetrieben wird, werden mit den andern an den Rändern der Wunde vorhandenen Geweben auch die in der Richtung der Tangente seitlich weiter wachsenden Milchröhrenstränge oft nach außen hin abgedrängt. Ihr bogenförmiger Verlauf führt dann sehr häufig gleichfalls und noch kräftiger zur radialen Verbindung der Milchsaftelemente in der Rinde (Abb. 5). Bei all diesen Vorgängen ist auch in den kleinsten Milchsaftelementen, die erhalten bleiben, vom ersten Augenblick an die Vermehrung des Inhalts

deutlich zu bemerken. Sie hält geradezu Schritt mit ihrem Vordringen zwischen die Nachbarzellen und ihrem selbständigen Wachstum nach allen Richtungen.

Aus diesen kurz zusammengefaßten, zunächst nur auf *Manihot* bezüglichen Beobachtungen, lassen sich bereits wichtige neue Schlüsse für die Bedeutung des Milchsafte und der ihn führenden Elemente ziehen. Milchsaftezellen finden sich darnach an den Orten des lebhaftesten Wachstums und sind ein wichtiger Ausgangspunkt für dieses. Da sie zugleich in enger Verbindung mit den Orten und den Leitungsbahnen der Assimilationsprodukte stehen, kann aufs neue eine ernährungs-

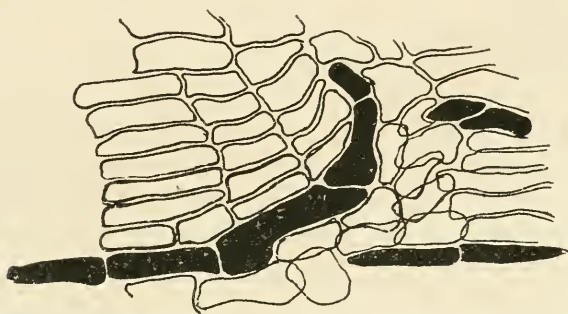


Abb. 6. Gegenstand wie Abb. 4 und 5. Abdrängung milchsafteführender Elemente durch aufmarschierendes Cambium. Verg. 180.

physiologische Bedeutung ihres Inhalts für die Pflanze als erhärtet gelten. — Die längst bekannte Steigerung der Milchsafteerzeugung durch die Zapfung hat nun endlich auch eine greifbare Erklärung in der Vermehrung der milchsafteführenden Zellen gefunden, und der verstärkte Milchsaftefluß bei erneuter Zapfung wird durch die Entstehung von radialen Verbindungen zwischen den sonst voneinander getrennten Milchsafteystemen in der verwundeten Rinde ganz besonders verständlich.

Für die Einzelheiten, besonders hinsichtlich der Art und Bedeutung des Milchsafte, sowie den Anschluß an meine früheren Beobachtungen muß auf die vollständige Arbeit verwiesen werden, die zudem auch andere Versuchspflanzen bringen wird.

Münster i. W., Botanisches Institut, Ostern 1920.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [38](#)

Autor(en)/Author(s): Tobler Friedrich

Artikel/Article: [Zur Kenntnis des Milchsafts von Manihot Glaziovii Müll. Arg. 159-165](#)