

- Fig. 7. Ein Teil der Fig. 1 entkalkt, von oben gesehen. Links ein halbkreisförmiges Thallusstück mit Tetrasporangien. Oben zwei kreisrunde Keimpflanzen. Rechts eine grössere runde Keimpflanze mit jungen Nemathecien. In der Mitte unten ein junges Nemathecium; darunter drei ältere aneinander stossende Pflanzen mit leeren Tetrasporangien. Vergr. 95.
- „ 8. Senkrechter Schnitt durch zwei ältere entkalkte Thallome mit Tetrasporangien; in der Mitte die Rhizoiden. Vergr. 145.
- „ 9. Senkrechter entkalkter Durchschnitt durch ein Stück der Fig. 1. Bei *a* zwei aneinander stossende Thalli. *b* Rhizoiden, *c* und *e* Assimilationschicht, *d* und *f* die dazu gehörige Nemathecienschicht. Vergr. 95.
- „ 10. Stück aus dem Nemathecium der Fig. 9. Vergr. 200.
- „ 11. Senkrechter Schnitt durch ein Nemathecium der forma *fusca* mit jungem Tetrasporangium und darunter befindlicher karyoblastischer Zelle. Über der Kutikula lagern drei Kalkkristalle. Vergr. 580.
- „ 12. Kalkkristalle aus der Nematheciumdecke der Fig. 11. Von oben gesehen. Vergr. 180.
- „ 13. Kalkkristalle von der Seite gesehen. Vergr. 580.
- „ 14. Kalkkristalle von oben gesehen. Vergr. 580.
- „ 15–20. Verschiedene Tetrasporangienteilungen. Vergr. 300.
- „ 21. Vier keimende Tetrasporen im Tetrasporangium. Vergr. 300.
- „ 22. Keimende Spore, welche sich mit kurzen Rhizoiden in den vorhergehenden Thallus hineinbohrt. Vergr. 200.

## 5. H. C. Schellenberg: Über Hemicellulosen als Reservestoffe bei unseren Waldbäumen.

Eingegangen am 19. Januar 1905.

A. FISCHER hat in seinen schönen Untersuchungen über die Physiologie der Holzgewächse gezeigt, dass während des Winters die Stärke in den Hölzern verschwindet und dafür der Glykosegehalt sich erhöht. Mit dem Eintritt der Frühlingswärme wird bei seinen „Stärkebäumen“ die Stärke wieder neu gebildet. Bei den „Fettbäumen“ bildet sich während des Winters fettes Öl, das dann im Frühling aufgebraucht wird. Daneben ist in der Rinde etwas Glykose enthalten, und ein noch unbekannter Körper soll während des Winters in den Hölzern gebildet werden.

In einer jüngsthin erschienenen Arbeit sagt LECLERC DU SABLON, dass sich bei Weidenstecklingen im Herbst Hemicellulosen bilden, die im Frühling wieder aufgelöst werden. Der Ort, wo diese Ablagerung der Hemicellulose stattfindet, ist das Libriform, wo im Winter unverholzte Innenlamellen in einzelnen Fasern zu sehen sind. Nach seiner Figur kann kein Zweifel sein, dass LECLERC DU

SABLON die innere Verdickungsschicht der Librifasern, die SANIO als Gallert- oder Knorpelschicht bezeichnet hat, als Hemicelluloseschicht anspricht, und diese soll im Frühling wieder aufgelöst werden.

Aus den Angaben der Chemiker darf man schliessen, dass Hemicellulosen auch im Holzkörper unserer Waldbäume sich vorfinden,<sup>1)</sup> doch ist es wahrscheinlich, dass die gleichen Stoffe auch in der Rinde vertreten sind, wenn auch nach dieser Richtung bestimmte Angaben fehlen.

Es fragt sich somit, ob diese Hemicellulosen im Stoffwechsel der Pflanze die Funktion eines Reservestoffes besitzen, oder ob sie nur als Baustoffe in den verschiedenen Membranen sich vorfinden.

M. C. POTTER hat im Januarheft der *Annals of Botany* 1904 darauf aufmerksam gemacht, dass die inneren unverholzten Lamellen in den Librifasern, die SANIO bereits als Gallert- oder Knorpelschicht bezeichnet hat, von Bakterien und Pilzen leicht aufgelöst werden. Er hält sie für reine Celluloseschichten und glaubt, dass sie infolge einer angehaltenen Entwicklung sich nicht verholzt haben, wie bereits auch SANIO angenommen hatte. Die physiologische Funktion dieser Lamellen gibt er als unbekannt an. Demgegenüber sagt LECLERC DU SABLON — wenigstens für seine Weidenstecklinge — dass diese Innenlamelle Hemicellulose sei und dass sie im Frühjahr wieder gelöst werde. Sie sei mithin ein Reservestoff.

Bereits im vergangenen Winter habe ich mich mit dieser Frage beschäftigt, und im Frühjahr habe ich nach Auflösungserscheinungen gesucht, noch bevor die Arbeit von LECLERC DU SABLON erschienen war. Ich gelangte dabei zu folgenden Resultaten:

1. *Aesculus Hippocastanum*. Die Librifasern zeigen stellenweise innere Lamellen, die sich leicht von den anderen Schichten loslösen und sich mit Chlorzinkjod weinrot färben. Ihre Verteilung ist unregelmässig. Sie finden sich im Frühlings- und Herbstholz, in dünnen einjährigen Zweigen wie in älteren Zweigen. An einem 15jährigen Aste waren sie im jüngsten wie im ältesten Jahrringe zu finden, aber immer nur an einzelnen Stellen, während sie an anderen gleich alten Stellen fehlen. Untersucht man zu verschiedenen Jahreszeiten, so findet man diese Schicht immer, sowohl im Frühling nach der Knospenentwicklung wie im Winter. Ich hatte mir viel Mühe im Frühjahr gegeben, um die Auflösung dieser Schicht eventuell zu beobachten und untersuchte austreibende Zweige in verschiedenen Stadien. Es war mir nicht möglich, Auflösungsfiguren zu beobachten oder chemische Veränderungen nachzuweisen, die auf eine teilweise

1) Eine schöne zusammenfassende Darstellung über die chemische Zusammensetzung des Holzes gab jüngsthin E. SCHULZE. Schweiz. landwirtsch. Jahrbuch 1904.

Lösung schliessen lassen. Selbst im Holz unmittelbar hinter einer kräftigen Endknospe konnte keine Auflösung beobachtet werden. Zudem ist zu betonen, dass diese Libriformfasern mit den Gallertschichten Luft führen und somit kein lebendes Plasma enthalten, wie die anderen Libriformfasern. Der Protoplast stirbt hier frühzeitig ab, und schon zur Zeit des Laubfalles ist im diesjährigen Holze kein lebendes Plasma in den Libriformfasern zu sehen. Diese Tatsache spricht auch gegen die Möglichkeit einer Auflösung dieser Innenlamelle im Frühjahr.

POTTER hat diese unverholzte Innenlamelle als eine Celluloseschicht bezeichnet. Beim einstündigen Kochen mit 5 prozentiger Schwefelsäure geht aber diese Lamelle in Lösung, während die anderen Schichten ungelöst zurückbleiben. Somit ist diese Schicht zu den Hemicellulosen zu stellen. Damit stimmt auch die leichte Angreifbarkeit dieser Membranlamelle durch Bakterien überein.

*Betula verrucosa.* Die innerste Lamelle der Libriformfasern ist meist unverholzt und gibt blaue bis violette Farben mit Chlorzinkjod. Die Mittellamellen sind stark verholzt und die Verdickungsschichten wenig oder gar nicht. Diese Innenlamellen lösen sich selten los. Sie sind im einjährigen Zweige, wie im Holz dicker Äste, in allen Jahrringen vertreten. Die Libriformfasern sind bereits im Herbst überall luftführend; ihr Protoplasma ist abgestorben. Es gelang auch hier nicht, im Frühling während der Bildung neuer Triebe eine Auflösung zu beobachten.

Ebenso konnte bei Buche, Eiche und Esche, Haselnuss, Erle keine Lösung der inneren Schichten im Frühling nachgewiesen werden. Bei längerem Kochen mit 3 prozentiger Schwefelsäure gehen die unverholzten Lamellen in Lösung; sie bestehen somit aus Hemicellulose.

*Vitis vinifera.* Während bei den vorhin genannten Hölzern in den Libriformfasern das Plasma abgestorben war, bleibt dasselbe bei *Vitis* erhalten; in den Libriformfasern lagert sich Stärke ab und wird auch wieder aufgelöst. Stark verholzt ist nur die Mittellamelle, die innerste Schicht ist unverholzt und zwischen beiden nimmt die Verholzung nach innen allmählich ab. In den verschiedenen Holzpartien einer Pflanze ist die Ausbildung der Libriformfasern ungleich. In den kräftigsten Holzpartien an der Basis der Schosse ist die unverholzte Innenlamelle am stärksten ausgebildet, während sie in dem oberen Teile der Schosse nicht oder viel schwächer sich vorfindet. Es scheint, dass sie besonders im gut ausgereiften Holz sich kräftig ausgebildet hat und dass die Holzreife mit der Ausbildung dieser Innenlamelle im Zusammenhang steht.

Im Frühling bei der Bildung der jungen Triebe wird nicht nur die Stärke in den Libriformfasern aufgelöst, sondern es wird auch

aus der Membransubstanz ein Teil herausgelöst. Man beobachtet zu dieser Zeit recht häufig in Librifasern auf Querschnitten Korrosionsfiguren. Es bilden sich vom Zentrum feine Kanälchen, welche die ganze Verdickungsschicht durchsetzen. Ein Teil der Membran wird herausgelöst, und ein anderer bleibt ungelöst zurück. Die Korrosionskanälchen, die man beobachtet, sind deswegen nur Differenzierungen zwischen dichter und weniger dichter Wandsubstanz. Auch mit dem Polarisationsmikroskop lässt sich nachweisen, dass die Substanz der Gallertschicht nach der Auflösung weniger dicht geworden ist. Es funktioniert darum diese Schicht als Reservestoffbehälter, die über Winter Hemicellulose speichert und im Frühling wieder in Lösung geht.

*Robinia Pseud-Acacia*. Auch bei dieser Holzpflanze führen die Librifasern im Winter Stärke, die im Frühling wieder aufgelöst wird. Das Plasma dieser Zellen bleibt somit lange tätig. Die Librifasern besitzen unverholzte Innenlamellen von ansehnlicher Dicke. Untersucht man im Frühjahr kräftige austreibende Zweige, so zeigt sich in den Librifasern eine ähnliche Auflösung der inneren unverholzten Lamellen wie bei *Vitis*. Vom Zentrum aus bilden sich feine Korrosionskanälchen in der unverholzten Schicht, bis die ganze Substanz davon durchsetzt ist. Diese Lamelle ist nach dem Auflösungsprozess bedeutend weniger dicht als vor der Auflösung. Ein Teil der Substanz ist somit herausgelöst worden.

Es ist wahrscheinlich, dass auch bei anderen Hölzern, wo Stärke im Libriform gespeichert wird, die unverholzten Innenlamellen im Frühling wieder teilweise herausgelöst werden; so vermute ich den gleichen Vorgang für *Acacia floribunda*, und nach GRÜSS scheint ein ähnlicher Vorgang bei den Gummi-Akazien zu bestehen.

Die Untersuchungen über die unverholzten Innenlamellen der Librifasern geben als Resultat, dass diese Schicht aus Hemicellulosen besteht. Sie wird nur dort teilweise aufgelöst, wo lebendes Plasma in den Librifasern lange erhalten bleibt, wie bei *Vitis vinifera* und *Robinia Pseud-Acacia*; in den anderen Fällen, wo in den Librifasern das Plasma frühzeitig abstirbt und diese Fasern im Frühling luftführend sind, konnte eine Lösung nicht beobachtet werden<sup>1)</sup>.

Es fragte sich weiter, ob in der Rinde unserer Waldbäume sich Membranen vorfinden, die teilweise beim Knospenaustrieb gelöst werden. Nach einigen vergeblichen Bemühungen war es mir gelungen, solche Lösungen nachzuweisen.

Bei *Fraxinus excelsior* ist von SCHAAR bereits eine solche Auf-

1) Die Verhältnisse an Weidenstecklingen habe ich noch nicht geprüft und kann deshalb nicht angeben, ob die Vermutung von LECLERC DU SABLON richtig ist.

lösung in den verdickten Membranen der Knospenschuppen beim Knospenaustrieb beobachtet worden. Ich habe den Vorgang ebenfalls gesehen, doch nicht allein in Knospenblättern, sondern auch im Parenchym der primären Rinde der Zweige.

An kräftigen einjährigen Zweigen der Esche findet man die Membranen der primären Rinde im Winter stark verdickt. Aussen ist eine Schicht Collenchym, wo die Verdickungen hauptsächlich auf den tangential verlaufenden Wänden der Zellen sich vorfinden. Innerhalb der abgeplatteten Zellen des Collenchymringes ist die primäre Rinde in Form grösserer isodiametrischer Zellen ausgebildet, welche zahlreiche einfache Tüpfel besitzen. Dieser innere Teil der primären Rinde ist mächtig entwickelt, besonders unmittelbar unter einer Knospe. Im Winter ist in dieser Schicht keine oder sehr wenig Stärke zu beobachten. Die Zellen sind mit dichtem Plasma gefüllt und zeigen kleine spärliche Öltröpfchen.

Ein kräftiger unterbrochener Bastring trennt die sekundäre Rinde. In ihr sind alle Membranen zur Winterzeit ansehnlich verdickt und unverholzt. Wenn im Frühling die Knospen austreiben, so kann man am Knospengrunde in dem verdickten Parenchym der primären Rinde Lösungsfiguren beobachten. Es bilden sich senkrecht zur Oberfläche kleine Kanälchen, die sich auch verzweigen und fortschreiten, bis schliesslich die ganze Dicke der Membran durch den Auflösungsprozess betroffen ist. Ein ansehnlicher Rest der Membran bleibt ungelöst zurück. Die Korrosionskanälchen sind deshalb nur als Differenzierungen von dichter und weniger dichter Substanz aufzufassen. Zwischen den einen Substanzteilchen, die ungelöst zurück bleiben, werden andere weggelöst, so dass am Ende des Lösungsprozesses die Membranen dieser Zellen nur ein wenig an Dicke abgenommen haben, dafür aber bedeutend weniger dicht geworden sind. Besonders bei der Beobachtung im polarisierten Licht tritt diese Erscheinung deutlich hervor. Nach Schätzungen in der Veränderung der Lichtbrechung zu schliessen, dürfte  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  der Membransubstanz herausgelöst werden und  $\frac{2}{3}$ — $\frac{1}{2}$  ungelöst zurückbleiben. Aussen im Collenchym werden die Lösungsfiguren undeutlich; in den äusseren typischen Collenchymschichten sind sie kaum mehr zu sehen, und die Substanz verändert sich kaum. In diesen Zelllagen wird wenig oder keine Substanz herausgelöst. Während an den inneren Collenchymschichten noch deutliche Differenzen mit dem polarisierten Licht vor und nach der Lösung zu beobachten sind, ist in den äusseren Schichten kein Unterschied zu beobachten. Ich komme somit zum Resultat, dass die inneren Schichten des Collenchyms wenig, die äusseren kaum oder gar nicht bei dem Knospenaustrieb im Frühjahr verändert werden, während das übrige Grundparenchym der primären Rinde eine ansehnliche Stoffmenge abgibt.

Die Lösung beginnt unterhalb der Knospe und schreitet dann rückwärts an demselben Zweige fort.

An einjährigen und zweijährigen Pflanzen ist die Lösung im Grundparenchym überall zu verfolgen, von der Endknospe bis zur Wurzel. Es scheint somit, dass die Auflösung im Frühling nicht auf ein besonderes Organ beschränkt ist, sondern sich überall findet.

Auch bei anderen Holzarten habe ich diese Lösung im Grundparenchym beobachtet. Untersucht wurden weiter Birke, Erle, Haselnuss, Rosskastanie, und überall konnte in der primären Rinde eine teilweise Lösung nachgewiesen werden. In den Kätzchensteben und Achsen der ersten drei Vertreter geht die teilweise Auflösung der Membranen im Grundparenchym bei der Blüte ebenfalls vor. Bei den weiblichen Infloreszenzachsen der Erle lässt sich durch Vergleich der letztjährigen mit den diesjährigen, die ja noch gleichzeitig bis zum Frühling am Baume hängen, leicht zeigen, dass im Parenchym der Rinde die Zellwände teilweise aufgelöst worden sind. Während bei den letztjährigen Kätzchenachsen das Parenchym der Rinde zusammengeschrumpft ist und die einzelnen Wände der Zellen dünn sind, besitzen die diesjährigen Achsen im Winterstadium selbst nach Aufkochen der Schnitte in Wasser dicke Membranen. Collenchym und Holzteil sind in beiden Fällen gut erhalten; die auffallende Differenz findet sich im Parenchym der Rinde. Die Membranen der letztjährigen Achsen sind nach der Auflösung im Frühling erheblich dünner geworden und in der Folge auch zusammengeschrumpft.

Ähnliche Verhältnisse in der primären Rinde dürften sich auch bei anderen Holzgewächsen auffinden lassen. Die Strukturen bei *Salix caprea*, *Quercus pedunculata*, *Populus*, *Fagus silvatica*, *Viscum album* lassen schliessen, dass hier wohl auch eine teilweise Lösung der Membran im Frühjahr eintreten wird. Weitere Untersuchungen sollen hierüber Aufschluss geben.

Alle diese Membranen zeigten beim Kochen in verdünnten Säuren (3- bis 5prozentiger Salz- oder Schwefelsäure) teilweise Auflösung. Die Substanz, die herausgelöst wird, gehört somit zu den Hemicellulosen, und es bleibt ein Rest von echter Cellulose ungelöst zurück. In der Lösung lässt sich denn auch nach dem Auskochen die Gegenwart von reduzierenden Zuckerarten leicht nachweisen. Ohne grössere Quantitäten Materialen zu verarbeiten, lassen sich dagegen die bei der Inversion sich bildenden Zuckerarten nicht mit Sicherheit bestimmen.

Neben Einlagerung und Auflösung von celluloseartigen Körpern in die Membranen der primären Rinde finden aber gleichzeitig ähnliche Prozesse im Leptome der Holzgewächse statt. Hier ist es vorzugsweise das Leptomparenchym, das im Winter dichte und ansehn-

lich dicke Membranen aufweist. Die Veränderungen dieser Membran lassen sich im Frühjahr bei einigen Objekten leicht feststellen. Als ich während der Entwicklung der jungen Zweige bei *Vitis vinifera* den Holzkörper durchmusterte, bemerkte ich in den verdickten Membranen des Leptoparenchym ähnliche feine Korrosionsfiguren wie in einzelnen Librifasern. Die Membransubstanz wurde weniger dicht, behielt aber ihre Dicke annähernd bei. Es war somit eine Lösung eines Teiles der Membranen eingetreten, und die Stoffe werden, wie die anderen Kohlenhydrate, im Stoffwechsel der Pflanze wieder verwendet. Alljährlich wird bei *Vitis* das Leptom vom vorigen Jahre abgeworfen. Man kann sich durch Vergleich von abgestorbenem Leptom des vorigen Jahres mit dem diesjährigen zur Winterzeit leicht überzeugen, dass die Membranen des Leptoparenchym im abgestorbenen Teile des vorigen Jahres dünner und weniger dicht sind als die Membranen der noch lebenskräftigen Zellen. Ein Teil der Substanz wurde im Frühling herausgelöst. Diese Veränderung im Leptom steht im Zusammenhang mit dem ganzen Prozess der Stoffspeicherung der Kohlenhydrate. Auch in den Siebröhren findet ein ähnlicher Prozess statt. Die Siebröhren werden durch den Callus verstopft und dieser wird wieder weggelöst. Obschon nun freilich der Callus der Siebröhren nicht identisch ist mit den Wandverdickungen des Leptoparenchym, so kann doch die nahe Verwandtschaft beider Prozesse nicht geleugnet werden.

Aber nicht allein bei *Vitis*, sondern auch bei anderen Holzgewächsen treten diese Erscheinungen im Leptoparenchym auf. Ich habe bei *Alnus glutinosa*, bei *Aesculus Hippocastanum* und *Betula verrucosa* die Auflösung beobachtet.

Ich zweifle nicht daran, dass auch bei anderen Holzgewächsen die gleichen Erscheinungen zu beobachten sind. Das Leptoparenchym besitzt bei fast allen unseren Hölzern im Winter stark verdickte Wandungen, und ich halte es für wahrscheinlich, dass bei allen eine solche partielle Lösung der Membranen im Frühling eintritt. Quantitative Unterschiede werden zwischen den einzelnen Spezies sicher hervortreten; bei den einen wird aus der Membransubstanz mehr, bei anderen weniger herausgelöst.

Die Coniferen verhalten sich in dieser Beziehung ähnlich wie die Laubhölzer. Auch bei ihnen ist das Leptoparenchym stark verdickt im Winterstadium. Die Auflösung der Innenlamellen habe ich bei *Pinus montana*, *Larix europaea* und *Picea excelsa* beobachtet. Es ist bei diesen Pflanzen keine vollständige Lösung der Membran, sondern etwas mehr als die Hälfte der Membransubstanz bleibt ungelöst zurück. Wir haben es somit mit ähnlichen Vorgängen zu tun, wie in der Rinde der Laubhölzer. Während des Sommers, besonders während des Herbstes, tritt die Verdickung der Membranen der Rinde

ein und im Frühling eine teilweise Lösung derselben. Im einjährigen Zweige und in der einjährigen Pflanze tritt der gleiche Prozess auch in den Membranen der primären Rinde ein.

Nachdem wir gesehen, dass in der Rinde Stoffe der Membranen im Frühling aufgelöst werden, fragt es sich, zu welcher Zeit diese Membranverdickungen sich bilden. In dieser Beziehung habe ich eine Reihe von Beobachtungen gemacht.

Bei *Aesculus Hippocastanum* sind in der Rinde die Zellen ansehnlich verdickt. Bei den einjährigen Zweigen bildeten sich diese Verdickungen erst verhältnismässig spät aus. Sie entstehen, nachdem das Längenwachstum der Triebe längst beendet ist, vom August an bis Oktober. Es ist aber wahrscheinlich, dass der Prozess noch länger, ja selbst nach dem Laubfall noch fort dauert, bis Ende November. Auch bei der Esche und Erle habe ich gefunden, dass nach dem Laubfall die Membranen der primären Rinde noch an Dicke zunehmen, bis Ende November, zu welcher Zeit die Rinde der einjährigen Zweige erst ihre maximale Verdickung der Membranen aufweist.

Schon bei anderen reservecellulosehaltigen Organen, bei *Molinia coerulea*, habe ich (1) gezeigt, dass zuerst das Organ mit Stärke gefüllt wird und dass dann die Verdickungen der Zellwände sich erst bilden, indem gleichzeitig die Stärkemenge geringer wird. Der Prozess der Membranverdickung findet doch auch in der Hauptsache statt, nachdem die Blätter und Halme völlig gelb geworden sind, im Oktober und November. Im Frühling, wenn die Membranen gelöst werden, tritt auch wieder Stärke auf.

Der Umsatz der Kohlenhydrate in den Bäumen ist ganz ähnlich. Aus dem anfänglich abgelagerten Zucker oder der Stärke bildet sich später die Membran aus, die Hemicellulosen eingelagert erhält. Dieser Prozess vollzieht sich im Herbst wohl grösseren Teils vor dem Laubfall; wichtig ist aber festzustellen, dass nach dem Laubfall die gleiche Stoffumsetzung noch fort dauert bis die kühle Temperatur des Winters dem Stoffumsatz eine Grenze setzt.

A. FISCHER hat bei seinen Untersuchungen über den winterlichen Umsatz der Kohlenhydrate gefunden, dass nach der im Winter erfolgten Umwandlung der Stärke in Zucker im Frühjahr nicht mehr die gleiche Menge Stärke wie im Herbst gebildet wird, sondern erheblich weniger. Er schliesst daraus, dass wahrscheinlich noch ein anderer ihm unbekannter Körper zu berücksichtigen sei, der nach der Stärkeauflösung im Herbst gebildet wird. Ich muss nach meinen Untersuchungen schliessen, dass dieser Körper die Reservecellulose ist, die nach dem Laubfall noch gebildet wird, denn es ist sicher, dass die An- und Einlagerung von celluloseartigen Körpern in die Membran nur auf Kosten des Zuckers oder in indirekter Weise der

anderen Kohlenhydrate geschieht. Solange von den Blättern noch Kohlenhydrate in die Zweige gelangen, wird vom Verbrauch dieser Stoffe zur Bildung der Reservecellulose wenig zu beobachten sein, wenn aber die Zufuhr von den Blättern beendet ist, muss bei Bildung der Reservecellulose das Quantum der bereits gespeicherten übrigen Kohlenhydrate geringer werden. Nach dieser Richtung ergänzen meine Beobachtungen die von A. FISCHER ausgeführten Untersuchungen. Die Bildung und Auflösung von reservecelluloseartigen Körpern kommt sowohl bei den Vertretern der Stärkebäume wie der Fettbäume vor; es scheint, dass Bildung und Auflösung von Hemicellulosen allgemein bei unseren Waldbäumen verbreitet ist.

Nicht jede Hemicellulose bei den Hölzern wird aber wieder in der Pflanze aufgelöst. Der gleiche Stoff kann in der Pflanze als Baumaterial verwendet werden, der nicht wieder aufgelöst wird, oder aber er wird als Reservestoff abgelagert und dann im Stoffwechsel der Pflanze wieder anderweitig verwendet. In den Zellen mit abgestorbenem Plasma, wie dies für die meisten Librifasern zutrifft, wird die Innenlamelle resp. die Gallertschicht von SANIO, die aus Hemicellulosen besteht, von der Pflanze nicht wieder aufgelöst. In dem Parenchym der Rinde hingegen wird bei der gleichen Holzart die Hemicellulose wieder herausgelöst.

Dieses gleiche Verhältnis trifft man übrigens in den Samen wieder. Die Hemicellulosen der Lupinen z. B. werden in den Cotyledonen bei der Keimung aufgelöst<sup>1)</sup>, diejenigen der Samenschale hingegen bleiben unverändert. In dem einen Fall ist die Hemicellulose ein Baustoff, in dem anderen hingegen Reservestoff.

LECLERC DU SABLON hat in seiner eingangs zitierten Arbeit durch makrochemische Untersuchungen gezeigt, dass in den Hölzern (einjährigen Pflanzen) Hemicellulosen im Winterstadium vorkommen und im Frühling quantitativ abnehmen. Daraus schliesst LECLERC DU SABLON, dass diese Stoffe wieder aufgelöst werden, und er glaubt besonders, dass die Gallertschichten der Librifasern von Weidenstecklingen aufgelöst werden. Obwohl ich die Weidenstecklinge nicht während des Knospentreibens untersucht habe, glaube ich aus den anatomischen Verhältnissen des Winterstadiums schliessen zu dürfen, dass auch hier in der Rinde die Hemicellulosen herausgelöst werden.

Die Wandverdickungen des Parenchyms der primären Rinde von *Salix caprea* stimmen in ihrem Aussehen und mikrochemischen Verhalten mit denjenigen von *Fraxinus* überein, wo ich die Lösung beobachtet habe. Es ist deswegen nur konsequent, wenn ich an-

1) Der gegenteiligen Angabe von ELFERT muss ich widersprechen, indem die Auflösung der Wandverdickungen sehr leicht durch direkte Beobachtung konstatiert werden kann.

nehme, dass auch in dem Parenchym von *Salix* ein ähnlicher Auflösungsprozess im Frühjahr eintritt. Mit dieser Annahme steht das Resultat der Analysen durchaus nicht im Widerspruch.

Wenn in der primären Rinde oder im Leptom der Waldbäume Substanzen aus den Membranen herausgelöst werden, so sind es immer Hemicellulosen, die auch durch Kochen mit 3 Prozent Schwefelsäure in Lösung gehen. Die echte Cellulose, die erst durch Kochen mit konzentrierten Säuren angegriffen wird, bleibt ungelöst zurück und bildet das Gerüst dieser Membranen. Der ganze Prozess steht im Dienst der Reservestoffspeicherung; er wird in um so grösserem Masse vertreten sein, als die Pflanzen gezwungen sind, längere Ruheperioden (Winter oder Trockenperioden) zu überdauern. Tatsächlich finden sich denn auch gerade bei den alpinen Holzpflanzen, wie eine vorläufige Untersuchung lehrte, diese Einrichtungen besonders gut ausgebildet.

### Literaturverzeichnis.

- ELFERT, Über die Auflösungsweise der sekundären Zellmembranen der Samen. Bibliotheca botanica 1894, Heft 30.
- A. FISCHER, Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. Jahrb. für wiss. Bot. 1890.
- J. GRÜSS, Über Lösung und Bildung der aus Hemicellulosen bestehenden Zellwände und ihre Beziehung zur Gummosis. Bibliotheca Botanica 1896, Heft 39.
- LECLERC DU SABLON, Recherches physiologiques sur les matières de réserve des arbres. Revue générale de botanique, Sept. 1904.
- M. C. POTTER, On the Occurrence of Cellulose in the Xylem of Woody Stems. Annals of Botany, Jan. 1904.
- C. SANIO, Vergleichende Untersuchungen über die Elementarorgane des Holzkörpers. Bot. Zeitung 1863.
- E. SCHAAR, Die Reservestoffbehälter der Knospen von *Fraxinus excelsior* L. Sitzungsber. der Wiener Akad., Bd. 99, I. Abt.
- SHELLENBERG, Über die Bestockungsverhältnisse von *Molinia coerulea* Mönch. Ber. der schweiz. Bot. Gesellschaft, 1897.

## 6. Hans Winkler: Über regenerative Sprossbildung an den Ranken, Blättern und Internodien von *Passiflora coerulea* L.

Mit einer Abbildung.

Eingegangen am 20. Januar 1905.

An den isolierten Blättern, Ranken und Internodien von verschiedenen *Passiflora*-Arten bilden sich bei geeigneter Behandlungsweise Regenerativsprosse, die in mehrfacher Hinsicht von Interesse sind. Die folgenden Angaben beziehen sich zunächst nur auf *Passiflora coerulea* L.

# 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: 1905

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Schellenberg Hans (K)Conrad

Artikel/Article: [Über Hemicellulosen als Reservestoffe bei unseren Waldbäumen.  
36-45](#)