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

Möge die verdiente Gesellschaft weiter blühen und gedeihen, und mögen ihr noch viele Jubelfeiern beschieden sein!

Berlin, den 15. December 1901.

Der Vorstand
der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

SCHWENDENER. STAHL. KNY.
ENGLER. WITTMACK. KÖHNE. URBAN.
O. MÜLLER.

Mittheilungen.

68. J. Hämmerle: Ueber das Auftreten von Gerbstoff, Stärke und Zucker bei Acer Pseudoplatanus im ersten Jahre.

Eingegangen am 9. December 1901.

Die vorliegenden Untersuchungen über das Verhalten von Gerbstoff, Stärke und Zucker bei *Acer Pseudoplatanus* im ersten Jahre der Entwickelung reihen sich denjenigen an, die Prof. BERTHOLD im ersten Theil seiner „Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation“ 1898 über den Jahrestrieb von *Acer Pseudoplatanus* veröffentlichte (S. 102 ff.). Ebenso dienen sie als Ergänzung für die Ergebnisse meiner eigenen früheren Untersuchungen über die Organisation von *Acer Pseudoplatanus*.

Die Untersuchung wurde im pflanzenphysiologischen Institut zu Göttingen im Sommerhalbjahre 1900 durchgeführt: die Keimlinge, die, aus Samen eines einzigen Exemplars, auf Beeten im Göttinger botanischen Garten ausgesät waren, wurden im Laufe desselben mit Kaliumbichromat conservirt oder in frischem Zustande geprüft.

I. Exemplare von Ende April und Anfang Mai.

1. Untersuchungen eines am 24. April 1900 conservirten Exemplars.

Erstes Internodium, Hypokotyl, Wurzel besitzen eine Länge von 3, 39, 140 *mm*. Die Cotyledonen haben eine Länge und Breite von 46,5 und 51 bezw. 9 und 11 *mm*. Ausser den Cotyledonen sind nur

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

die beiden ersten noch zusammengefalteten Laubblätter sichtbar (Stiel- und Spreitenlänge 2 + 13 resp. 2 + 15 *mm*). Die Dicke des Hypokotyls und der Wurzel am Wurzelhals und 20 *mm* darunter beträgt 1,5, 1,75 1,6 *mm*.

Gerbstoff. Laubblätter: Die beiden jungen Laubblätter stecken ganz voll von Gerbstoff. Namentlich die Epidermis und subepidermale Schicht sind sehr reich daran; die Stärkescheide enthält wenig.

Unter der flachen Kuppe des Vegetationskegels findet sich eine Reihe Gerbstoffzellen, ebenso in den jüngsten, noch ganz unentwickelten Blättern.[1])

Cotyledonen: An der Basis der Cotyledonen enthält die Epidermis wenig Gerbstoff, sehr viel jedoch die erste subepidermale Schicht, die an der Oberseite der Cotyledonen continuirlich mit Gerbstoff erfüllt ist, an der Unterseite viele Lücken zeigt. Diese Zellen, von rundlicher Form, stehen an Stelle der Pallisadenzellen und sind etwas grösser als die Epidermiszellen. In den übrigen Schichten findet sich hier an der Basis kein Gerbstoff.

In der Mitte der Cotyledonen ist Pallisadenparenchym entwickelt. Dort liegen die grössten Gerbstoffmengen in der oberen Epidermis; dann folgen die Pallisadenschicht, in der die 4—5 Zellen an der Rundung der beiden Ränder am meisten enthalten, während dort gerade die Epidermiszellen weniger haben. Weniger enthalten auch die dann nach innen folgenden, den Uebergang zum Schwammparenchym bildenden Zellen. Eben so viel findet sich auch an der Unterseite in der ersten subepidermalen Schicht, die eine continuirliche Reihe Gerbstoffzellen bildet. Die untere Epidermis enthält auch hier sehr wenig Ausserdem findet sich Gerbstoff noch hin und wieder im Schwammparenchym und in der Umgebung der Gefässbündel. Auch die Stärkescheide, in der viel Stärke lagert, zeigt etwas Gerbstoff.

Erstes Internodium (Länge 3 *mm*). Viel Gerbstoff in der Epidermis und in den drei nächsten Schichten, die Hauptmasse liegt in der ersten und zweiten subepidermalen Schicht. Ausserdem finden sich aber noch ganz vereinzelt Gerbstoffzellen, so z. B. im Mark.

Hypokotyl: An der Spitze enthält die Epidermis wenig, die erste subepidermale Schicht sehr viel, die folgenden sehr wenig. In der Mitte enthält gleichfalls die erste subepidermale Schicht am meisten. In der Epidermis und den 2—3 auf die erste subepidermale Schicht folgenden collenchymatisch verdickten Zellreihen tritt aber auch noch Gerbstoff auf, wenn auch in weit geringerer Concentration. Die Stärkescheide ist vollständig frei von Gerbstoff.

Wurzelhals: Hier ist die Vertheilung der Gerbstoffzellen in der

1) Die näheren Verhältnisse über den Vegetationskegel bei *Acer Pseudoplatanus* vergl. bei BERTHOLD: Untersuchungen zur Physiologie der pflanzlichen Organisation I. 1898. S. 104, 110 ff.

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

primären Rinde eine gleichmässigere geworden als im Hypokotyl; sie liegen zwischen den gerbstofffreien zerstreut, nicht mehr ausschliesslich an der Peripherie. Sehr bemerkenswerth ist, dass hier die Stärkescheide sehr viel Gerbstoff zeigt. Der Uebergang von der vollständig gerbstofffreien zur stark gerbstoffhaltigen Stärkescheide geht sehr schnell auf einer Strecke von etwa 1,5—2 *mm* vor sich.

Wurzel. Zur Spitze hin nimmt der Gerbstoffgehalt ab. Die primäre Rinde ist vielfach todt oder ganz abgestossen. Sie und die Endodermis enthalten sonst hauptsächlich Gerbstoff. 120 *mm* unter dem Wurzelhals fand sich kein Gerbstoff mehr. Ueber die Spitze siehe weiter unten.

Stärke. Laubblätter: Nur in der Stärkescheide des Mittelnerven ziemlich viel Stärke, in der der Seitenbündel und im Parenchym recht wenig.

Cotyledonen: Mit Ausnahme der oberen und unteren Epidermis, die ganz bez. fast ganz frei sind, und der Pallisadenzellen, die nur wenig enthalten, besitzen die Cotyledonen recht viel Stärke. Auch die Stärkescheiden der Bündel enthalten viel. An der Basis der Cotyledonen findet sich in der Peripherie des Blattes wenig.

Erstes Internodium: Das Mark besitzt recht viel in allen Zellen, selbst den gerbstoffhaltigen ziemlich viel Körnchen, am meisten in den peripheren Zellen. In der Stärkescheide findet sich viel. Im Rindenparenchym hat mit Ausnahme der 2—3 subepidermalen Schichten jede Zelle etwas Stärke, seien es auch nur einige Körnchen.

Hypokotyl: In der Mitte des Hypokotyls ist am wenigsten vorhanden. Hier, in der Streckungszone, ist der centrale Theil des Markes beinahe ganz frei, der periphere enthält dagegen recht viel. Nach oben und nach unten hin findet im Hypokotyl eine Ausgleichung zwischen den verschiedenen Theilen des Markes und eine Stärkezunahme statt, die namentlich auch in der Rinde dicht unter dem Knoten bemerkbar ist. In der Stärkescheide tritt hier sehr viel Stärke auf, ebenso in der inneren Rinde, im basalen Theil auch etwas mehr in den Holzfasern.

Wurzelhals: Im Mark ist die in sehr grosser Menge vorhandene Stärke ziemlich gleichmässig vertheilt. Im Pericambium findet sich ziemlich viel, in der Endodermis nichts (hier nur Gerbstoff), eben so wenig im Rindenparenchym.

Wurzel: 20 *mm* unter dem Wurzelhals lässt sich im Mark noch ziemlich viel Stärke nachweisen. Es enthalten dort die meisten Zellen wenigstens geringe Mengen von Stärke. Ueber das Verhalten der Markzellen habe ich an anderer Stelle[1]) einige Bemerkungen

---

1) Hämmerle, Zur Organisation von *Acer Pseudoplatanus*. Bibliotheca Botanica 1900, Heft 50, S. 12 und 81.

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

gemacht, auf die ich hier verweise. Erwähnen möchte ich hier nur, dass im Mark die meisten Zellen lebendig bleiben und auch in späteren Zeiten vornehmlich zur Stärkespeicherung dienen, während im Stamm das centrale Mark wenigstens gegen die oberen Internodien eine sehr rasche Abnahme der Stärkemengen zeigt. Im noch nicht ausgewachsenen Zustande — in einem ziemlich frühen Wachsthumsstadium — besitzen die Internodien im Mark jedoch ziemlich viel Stärke.

Im Mark, das in diesem Exemplar ziemlich weit heruntergeht[1]), nimmt die Stärke zur Wurzelspitze hin schnell ab, so dass 70 *mm* unter dem Wurzelhals keine mehr zu finden ist. Das Stärkemaximum liegt also hier etwa im Wurzelhals.

Einige Bemerkungen über die Wurzelspitze folgen S. 549.

An einem anderen Exemplar wurden dieselben Verhältnisse angetroffen.

2. Exemplar vom 7. Mai 1901.

Die Wurzel war bis zu 130 *mm* Länge herausgebracht, wo sie noch eine Dicke von 1 *mm* besass. Das Hypokotyl war 60 *mm* lang, 1,5 *mm* dick, das erste Internodium 23 *mm* lang und ebenso dick; die Cotyledonen massen 47 *mm*, die Laubblätter 45 *mm* (Stiellänge 10, Spreitenlänge 35 *mm*), das zweite Paar 6 *mm*. Das ganze Exemplar war ca. 220 *mm* lang (erstes Exemplar vom 24. Mai = 134 *mm*).

Gerbstoff. Der einzige Unterschied gegen das vorige (erste) Exemplar besteht darin, dass hier im Wurzelhals und 60 *mm* darunter in der secundären Rinde eine bemerkenswerthe Menge von Gerbstoffzellen sich findet.

Stärke. In der Mitte des ersten Internodiums enthält das Mark hier central sehr wenig und peripher nicht viel mehr Stärke, während im Exemplar vom 24. Mai sehr viel vorhanden war. Ebenso ist auch an der Spitze des Hypokotyls im centralen Mark weniger Stärke. Auch die Cotyledonen enthalten sehr wenig Stärke, wie durch die Untersuchung einer Anzahl weiterer Exemplare bestätigt wurde. Dagegen trat in Wurzelhals und Wurzel in der secundären Rinde ziemlich viel Stärke auf, in der Wurzel weniger als im Wurzelhals. Auch hier zeigt sich eine rasche Abnahme des Stärkegehalts gegen die Spitze der Wurzel zu. So fanden sich 60 *mm* unter dem Wurzelhals in den wenigen Zellen, die das Mark dort bildeten, nur noch ein Paar Körnchen.

3. Exemplar vom 14. Mai 1901.

Die Wurzel war bis zu 120 *mm* Länge herausgebracht. Die Cotyledonen waren noch frisch. Die Länge des Hypokotyls, ersten

1) l. c. S. 540.

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

und zweiten Internodiums betrug 70, 35, 6 *mm*; das erste Paar Laubblätter mass ca. 50 *mm*, das zweite Paar 16 *mm* (ohne Stiel). Dieses Exemplar wurde auf Stärke und Zucker untersucht.

Stärke. Im zweiten Internodium war die Stärke im Mark gleichmässig in grosser Menge vertheilt, peripher aber doch noch etwas dichter. Dieses zweite Internodium, das 6 *mm* lang war, also noch nicht ausgewachsen, verhält sich demnach wie das erste Internodium von Exemplar 1, das 3 *mm* lang war. Erst wenn das Streckungsstadium beendet, wie im ersten Internodium von Exemplar 2, das 23 *mm* mass, zeigt sich eine Abnahme der Stärkemenge.

Ausserdem besassen nur die Stärkescheide und die primäre Rinde in den an die erstere stossenden inneren Schichten Stärke und zwar in grosser Menge. Vom Exemplar (2) vom 7. Mai unterscheidet es sich dadurch, dass das Hypokotyl (hier sind in der secundären Rinde die Fasern schon verdickt) viel stärkeärmer, aber sehr reich an Zucker ist und auch in seiner Mitte im Mark nur wenig Stärke besitzt, in der secundären Rinde etwas mehr, an der Spitze des Hypokotyls sogar viel Stärke aufweist.

Die Cotyledonen enthalten im Gegensatz zu den Befunden am 5. Mai viel Stärke, namentlich in den Pallisadenzellen. Die Epidermis hat keine. Die Gefässbündel zeigen nur in der Stärkescheide und im Siebtheil etwas.

Im Wurzelhals und in der Wurzel überhaupt ist der Stärkegehalt gegen früher erheblich gestiegen. Das Mark besitzt viel mehr wie vorher. Auch das Holz enthält in seinem inneren Theil viel Stärke. 60 *mm* unter dem Wurzelhals ist das Mark dicht mit Stärke gefüllt, durch Jod peripher ganz schwarz, central tief blau gefärbt, während in der secundären Rinde sich wenig findet. Noch 90 *mm* unter dem Wurzelhals enthalten die ca. 10 noch vorhandenen Markzellen ziemlich viel Stärke.

Zucker. Im ersten Internodium tritt Zucker in Rinde und Epidermis auf, im zweiten auch im Mark. Die Cotyledonen enthalten viel Zucker, auch in der Epidermis. Im Hypokotyl finden sich sehr grosse Massen, vornehmlich im centralen Mark. In der Mitte des Hypokotyls, wo der niedrigste Stärkegehalt, liegt die Hauptmenge des Zuckers. Hier auch im Holz ziemlich viel. In der Rinde ist nur wenig Zucker enthalten, namentlich findet er sich in den peripheren gerbstoffhaltigen Regionen. An der Basis des Hypokotyls ist der Zuckergehalt überall wieder geringer als in der Mitte.

Die Wurzel besitzt nicht viel Zucker; Endodermis und Mark noch am meisten, die Rinde am wenigsten. 50 *mm* unter dem Wurzelhals ziemlich wenig Zucker, aber gleichmässig vertheilt.

Die Hauptmasse des Zuckers liegt also in dem mittleren Theil des Hypokotyls, wo der geringste Stärkegehalt sich zeigt.

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

II. Exemplare von Mitte Juni.

1. Exemplar vom 12. Juni.

Die Länge des Hypokotyls und der Internodien betrug 35, 13, 10, 27, 2 *mm*, die der Cotyledonen 40 *mm*, der Wurzel 300 *mm* und die Gesammtlänge 400 *mm*. Das erste Internodium war vollständig ausgewachsen, das zweite und dritte nicht. Dieses Exemplar wurde nur auf Stärke und Zucker untersucht.

2. Exemplar vom 12. Juni.

Die Länge des Hypokotyls und der Internodien betrug 40 (2,5 *mm* dick), 25, 26, 20, 1 *mm*. Das erste Internodium war fertig ausgebildet, im zweiten waren die Fasern noch nicht verdickt, das dritte war noch im Zustande der Streckung. Dieses Exemplar wurde nur auf Gerbstoff und Zucker untersucht.

Die Wurzel war bis zu einer Länge von 220 *mm* herausgebracht, wo sie noch eine Dicke von 0.8 *mm* besass.

3. Exemplar vom 13. Juni.

Die Länge des Hypokotyls und der Internodien betrug 35 (2,2), 20, 25, 21 *mm*.

Die Wurzel war bis zur Länge von 200 *mm* herausgebracht, wo sie eine Dicke von 0,8 *mm* besass. Dieses Exemplar wurde nur auf Stärke und Zucker untersucht.

Die drei untersuchten Exemplare befanden sich in ungefähr gleichem Entwickelungszustand. Sie waren daher mit einander direct vergleichbar, und ihre Befunde konnten deshalb auch unter einander zur Ergänzung dienen.

Die Vertheilung des Gerbstoffs werde ich nach den Untersuchungen an Exemplar 2 schildern, die der Stärke und des Zuckers an Exemplar 1 unter Bezugnahme auf 2 und 3.

Gerbstoff. Im dritten Internodium findet sich Gerbstoff nur in der äusseren primären Rinde und im Mark, in ersterer sehr viel, im letzteren weniger. Im zweiten und ersten Internodium tritt ausserdem der Gerbstoff noch in der secundären Rinde auf, im zweiten in äusserst geringer, im ersten Internodium in etwas stärkerer Concentration. Das Mark enthält im zweiten Internodium auch weniger als im dritten, im ersten fehlt dort der Gerbstoff ganz. Im ersten Internodium findet er sich in der ganzen primären Rinde vertheilt, aber nur in geringen Mengen. Im Hypokotyl treffen wir das typische Verhalten an: in der äusseren primären Rinde viel, der inneren wenig, im Mark sehr wenig. In der secundären Rinde ist auch hier nicht viel vorhanden, aber doch immerhin mehr als in den früheren Stadien (und als in den höheren Internodien). Im

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

Wurzelhals findet sich der Gerbstoff in der primären Rinde in sehr grosser Menge, in der secundären Rinde wenig, in der Endodermis in grosser Masse, im Mark in sehr geringem Masse.

Die Wurzel wurde nicht eingehender untersucht. Sie enthält nur wenig Gerbstoff. Die Cotyledonen enthalten am meisten Gerbstoff in den Epidermen, weniger im Pallisadenparenchym resp. den subepidermalen Zellschichten, im Ganzen wenig.

Stärke. Das dritte Internodium (Exemplar 1), das sich noch in Streckung befand, enthielt nur in der Stärkescheide viel Stärke, in der primären und secundären Rinde und im Mark dagegen äusserst wenig. Im ersten Internodium, das fertig ausgebildet war, fand sich in der primären und secundären Rinde äusserst wenig, in der Stärkescheide, im innersten Holz und peripheren Mark sehr viel, im centralen Mark sehr wenig Stärke.

Das auf Gerbstoff untersuchte Exemplar (Exemplar 2) weicht hiervon in sofern ab, als es in der primären und der secundären Rinde und im centralen Mark mehr, in dem inneren Holztheil und im peripheren Mark weniger enthält. In der primären Rinde und im centralen Mark war aber doch nur wenig, in der secundären Rinde und der Stärkescheide schon mehr, im inneren Holztheil und peripheren Mark immer noch viel Stärke vorhanden.

Bei diesem Exemplar wurde auch das zweite Internodium, dessen Fasern noch nicht vollständig verdickt waren, untersucht. Es enthält in der äusseren primären Rinde keine Stärke, in der inneren primären Rinde dagegen grosse Massen. In der secundären Rinde fehlte sie, in der Stärkescheide fand sich sehr viel; Holz und Mark waren leer.

Im ersten Exemplar zeigt das Hypokotyl in der primären und secundären Rinde die Stärke in wechselnden Mengen ungleichmässig vertheilt. Die Stärkescheide enthält viel, das Holz im innersten Theil sehr viel, bei Exemplar 2 weniger, bei Exemplar 3 überall sehr viel. Es sind dann namentlich die Markstrahlen, die im äusseren Holzring die grössten Stärkemassen speichern und zwar zeitlich vor den Holzfasern. Im Mark ist namentlich der periphere Theil sehr reich. Im centralen Mark finden sich stärkefreie Zellen. In Exemplar 2 findet sich weniger Stärke, in Exemplar 3 mehr, da dort im centralen Mark erheblichere Massen liegen. Das Stärkemaximum liegt im Wurzelhals. Die secundäre Rinde enthält dort viel, die Stärkescheide nichts, das innere Holz und das Mark sehr viel. In der Wurzel nimmt der Stärkegehalt rasch ab. 50 *mm* unter dem Wurzelhals enthalten Holz und Mark noch mittelviel — in Exemplar 2 viel — 100 *mm* darunter das Holz noch etwas — Exemplar 3 in den ganz wenigen dort noch vorhandenen Markzellen spärliche Mengen. Exemplar 2 enthält 150 *mm* unter dem Wurzelhals noch ein Paar Körnchen im Mark, das sich dort sehr tief hinunterzieht.

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

200 *mm* resp. 300 *mm* tief ist Stärke nicht mehr anzutreffen. Dasselbe Ergebniss hatten auch Untersuchungen an anderen Wurzeln.

Zucker. Im dritten, noch in Streckung befindlichen Internodium findet sich Zucker nur in der primären und secundären Rinde und auch dort nur in geringen Mengen. Das erste, fertige, Internodium enthält bedeutend mehr und zwar die Hauptmasse in den peripheren Schichten der primären Rinde. Die secundäre Rinde besitzt sehr wenig, Holz und Mark mässige Mengen. Hypokotyl und Wurzel wurden bei einem zweiten Exemplar untersucht, mit vollständig gleichem Resultat. Hypokotyl und Wurzelhals unterscheiden sich vom ersten Internodium nur durch den grösseren Zuckerreichthum des Markes, das sehr viel enthält. Auch findet sich im Wurzelhals in der secundären Rinde etwas mehr Zucker wie im ersten Internodium und im Hypokotyl. Das Zuckermaximum liegt im Wurzelhals. Von dort nimmt der Zuckergehalt nach unten hin sehr schnell ab. Bei Exemplar 1 ist 150 *mm* unter dem Wurzelhals überall nur wenig vorhanden. In Exemplar 2 findet sich 120 *mm* tief überhaupt nichts mehr. In Exemplar 1 tritt 200 *mm* unter dem Wurzelhals in der primären Rinde ein wenig Zucker auf, aber auch noch 300 *mm* tief sind noch geringe Mengen anzutreffen.

Eine Prüfung auf Rohrzucker, die an dem Extract aus zerschnittenen Wurzelstücken angestellt wurde, gab im Wesentlichen ein negatives Resultat.

III. Exemplare vom 9. und 10. Juli.

Am 9. Juli wurde ein Exemplar (1) auf Gerbstoff geprüft, ein Weiteres (2) auf Stärke und Zucker. Letztere Untersuchung wurde am folgenden Tage an einem dritten stärkeren Exemplare (3) noch einmal vorgenommen und lieferte im Ganzen ähnliche Resultate. Die drei untersuchten Exemplare hatten sämmtlich ihre Winterknospe noch nicht gebildet, jedoch die Cotyledonen bereits verloren. Nur bei einem der in dieser Zeit aus dem Garten geholten Exemplare waren die Cotyledonen noch vorhanden, wenn auch schon theilweise nicht mehr in lebendigem Zustande.

Die Länge des Hypokotyls und der Internodien sowie die des herausgebrachten Wurzelstiels war bei den Exemplaren folgende: Erstes Exemplar: 40, 35, 35, 25, 40, 22, 6,5 + 10,5 = 214 *mm*; 170 *mm*. Zweites Exemplar: 43, 31, 20, 11, 12, 3,5; 240 *mm*. Drittes Exemplar: 40, 30, 30, 35, 35, 25, 4; 200 *mm*. Von Exemplar 1 waren alle Internodien bis auf das fünfte fertig ausgebildet.

Gerbstoff. Der Unterschied im Verhalten des Gerbstoffs gegen den Juni besteht darin, dass eine erhebliche Vermehrung des Gerbstoffgehaltes eingetreten ist, einerseits Zunahme in den bereits

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

Gerbstoff führenden Geweben, andererseits Neuauftreten in bisher gerbstofffreien Partien und Zellen.

Im fünften Internodium (noch in Streckung) findet sich in der Epidermis sehr viel Gerbstoff. Die subepidermale Schicht und die collenchymatisch verdickten Gewebe stecken zum grössten Theil voll Gerbstoff. In der übrigen primären Rinde treten nur zerstreut Zellen mit Gerbstoff auf. Die secundäre Rinde besitzt nur vereinzelt Gerbstoff haltende Zellen, fast nur in den Rindenstrahlen. Die Stärkescheide enthält ja nie Gerbstoff. Im inneren Holz und im peripheren Mark finden sich einige Zellen mit Gerbstoff, ebenso im Innern des Markes. In den unteren Internodien findet sich eine starke Anreicherung an Gerbstoff in den Zellen der inneren primären Rinde: diese tritt schon im dritten Internodium deutlich hervor. Auch in der secundären Rinde nimmt der Gerbstoffgehalt zu; im ersten Internodium besitzt sie einigermassen erhebliche Mengen.

Dagegen finden sich im zweiten und ersten Internodium in Holz und Mark nur geringe Spuren. Im Hypokotyl besitzt die primäre Rinde noch sehr viel; auch die secundäre Rinde enthält noch mehr wie im ersten Internodium. In der Wurzel zeigt dann die Endodermis sehr viel Gerbstoff. 140 *mm* tief enthält die primäre Rinde, soweit sie noch lebt, viel, sonst ist in der Wurzel nur sehr wenig Gerbstoff vorhanden, der zur Spitze noch dazu sehr rasch abnimmt.

Stärke. Die beiden untersuchten Exemplare 2 und 3 unterscheiden sich derart, dass das stärkere mehr Stärke enthält als das schwächere. Das auf Gerbstoff untersuchte Exemplar stimmt mit dem stärkeren völlig überein. Im ausgewachsenen dritten Internodium enthält die äussere Region der primären Rinde, die collenchymatische Zone, sehr wenig, die innere Region sehr viel Gerbstoff, — gerade umgekehrt in den peripheren Schichten sehr viel, in den inneren nur mittlere Mengen — die secundäre Rinde führt mässige Mengen, die Stärkescheide viel, inneres Holz, Markstrahlen und peripheres Mark gleichfalls viel.

Im zweiten und ersten Internodium ändern sich die Verhältnisse nur in sofern, als in der primären Rinde die Stärkemengen zunehmen — von innen nach aussen in die peripheren gerbstoffreicheren Regionen vordringen — Holz und peripheres Mark weniger enthalten.

Das Stärkemaximum befindet sich im Hypokotyl (im Juni im Wurzelhals!), was namentlich an den stärkeren Exemplaren deutlich hervortritt.

Das schwächere Exemplar besitzt in der äusseren primären Rinde wenig, in der inneren viel, in der secundären Rinde viel, im inneren Holz und im Mark mittelviel bezw. viel Stärke. Das stärkere Exemplar dagegen enthält in der ganzen primären und secundären Rinde sowie im Mark und inneren Holztheil erhebliche Mengen.

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

In der Wurzel nimmt die Stärke schon vom Wurzelhals an rasch ab, die primäre Rinde, Mark und Holz besitzen noch viel, die secundäre Rinde wenig. 100 *mm* unter dem Wurzelhals finden sich in der secundären Rinde, in Holz und Mark nur geringe Mengen von Stärke, 200 *mm* darunter nur noch im Holz.

Zucker. Die auf Stärke und Zucker untersuchten Exemplare 2 und 3 zeigen in Bezug auf diese Stoffe das schon erwähnte Correlationsverhältniss. Das stärkere Exemplar (3), das mehr Stärke besitzt, enthält dafür viel weniger Zucker als das schwächere (2).

Im dritten Internodium (ausgewachsen) ist mit Ausnahme der im Juli entstandenen Korkschicht und der äussersten primären Rinde recht wenig Zucker vorhanden.

Im zweiten Internodium ist in Kork und Holz ziemlich viel, im Mark sehr wenig, in der primären Rinde etwas, in der secundären Rinde nichts.

Im ersten Internodium ist der Zucker gleichmässiger vertheilt, in der secundären Rinde am wenigsten.

Im Hypokotyl enthalten namentlich das innere Mark, Holz, Kork und primäre Rinde recht viel, die secundäre Rinde wenig.

Im Holz ist der Zucker sehr gleichmässig vertheilt. Das schwächere Exemplar zeigt im Wurzelhals grosse Massen von Zucker im Mark, etwas weniger im Holz, wenig in der secundären Rinde, viel im Kork. Das stärkere Exemplar besitzt dagegen in Holz und Mark nur sehr wenig (dort dafür sehr viel Stärke gespeichert); es hat im Wurzelhals bedeutend weniger Zucker als im Hypokotyl (Maximum), während beim schwächeren Exemplar an beiden Stellen etwa gleiche Mengen sich finden. 100 *mm* unter dem Wurzelhals treten im Holz noch bemerkenswerthe Mengen auf; 200 *mm* tief ist überhaupt kein Zucker mehr vorhanden. In der Wurzel findet also eine rasche Abnahme statt.

IV. Exemplare vom 15. und 17. October.

Am 15. und 17. October wurde je ein Exemplar auf Stärke und Zucker, am 15. auch eins auf Gerbstoff untersucht. Die Exemplare hatten sämmtlich ihre Winterknospe ausgebildet, ihre Blätter waren jedoch noch vollständig grün. Die Längen des Hypokotyls, der Internodien sowie des herausgebrachten Wurzelstiels waren folgende:

Exemplar 1: 50, 20, 25, 32, 39, 24, 12, 16, 23, 17, 3; 340 *mm*. Die Wurzel besass am Wurzelhals eine Dicke von 6 *mm*, 15 resp. 340 *mm*, darunter eine solche von 7 und 1 *mm*.

Exemplar 2: 55, 29, 35, 35, 29, 25, 25, 20, 25, 12; 360 *mm*. Die Wurzeldicke am Wurzelhals betrug 7 *mm*, 25 *mm* darunter 9 *mm* (Maximum).

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

Exemplar 3: 40, 16, 18, 30, 30, 28, 18, 25, 24, 35, 16, 18, 15, 20, 6 *mm*. Die Wurzel gabelte sich 120 *mm* unter dem Wurzelhals. Neue Wurzeln vorhanden.

Gerbstoff. Im ersten Internodium, Hypokotyl und Wurzelhals ist ziemlich viel Gerbstoff in der primären und secundären Rinde enthalten, in den anderen Geweben weniger. Das Gerbstoffmaximum liegt im Hypokotyl. Es hat gegen früher eine starke Vermehrung des Gerbstoffgehaltes stattgefunden. Namentlich auffallend ist diese in der secundären Rinde. Im Wurzelholz ist nur wenig Gerbstoff; zur Spitze der Wurzel hin zeigt sich eine ganz geringe Zunahme. Jedenfalls ist der Gerbstoffgehalt auch in der Wurzel gestiegen. Etwas Gerbstoffgehalt findet sich in einigen Markstrahlzellen. In der Rinde ist 100 und 200 *mm* unter dem Wurzelhals sehr viel Gerbstoff; weiter nach unten nimmt er ab. 340 *mm* tief sind nur noch mässige Mengen in der Rinde vorhanden. Die Wurzel steckt ganz voll Stärke.

Stärke. Von oben nach unten findet im Stamm eine erhebliche Steigerung des Stärkegehaltes statt. Am Wurzelhals wird ein Querschnitt durch Jod vollständig schwarz gefärbt. Im Stamm ist das Mark verholzt und bis auf wenige Zellen stärkefrei. Sonst enthalten alle Gewebe Stärke. Das Holz führt mehr wie die Rinde. Im vierten Internodium enthalten in der primären Rinde alle Gewebe Stärke, in der secundären nur ein Theil, diese dann aber in sehr bedeutender Concentration.

Im ersten Internodium besitzt die primäre Rinde aber schon sehr viel, die secundäre Rinde namentlich in den Rindenstrahlen. Im Ganzen enthalten überhaupt die Mark- und Rindenstrahlen viel. Die Concentration in den stärkehaltigen Zellen der secundären Rinde und der Rindenstrahlen ist grösser als die der primären Rinde. Die eigentlichen Siebröhren und Geleitzellen enthalten weniger. Das Stärkemaximum liegt im Wurzelhals. Alle Gewebe führen hier Stärke in enormen Massen.

In der Wurzel ist in der Cambiumgegend die Zone der nicht fertigen und noch stärkefreien Holzzellen grösser als im Hypokotyl und im ersten Internodium — dort ist der Ring nur eben angedeutet — und wird gegen die Wurzelspitze hin immer breiter. Das cambiale Wachsthum der Wurzel ist also bei Weitem noch nicht abgeschlossen, während es im Stamm schon erloschen ist.

Die Wurzel enthält sonst überall grosse Massen von Stärke bis auf die äusserste Korkschicht. Im Allgemeinen speichert die Rinde in der Wurzel mehr wie im Stamm. In der Wurzel scheint indessen hier das Maximum der aufzuspeichernden Mengen noch nicht erreicht zu sein. Auch hier sind die meisten Markzellen in der Wurzel noch lebendig und dicht mit Stärke angefüllt. Erst 200 *mm* unter dem

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

Wurzelhals ist eine Abnahme der Stärke zu constatiren, 300 *mm* tief sind nur noch geringe Mengen vorhanden.

Gegen Juli ist eine ganz gewaltige Zunahme des Stärkegehalts eingetreten. Es ist ungefähr die Zeit des herbstlichen Stärkemaximums erreicht.

Das am 17. October untersuchte Exemplar zeigte ganz ähnliche Verhältnisse.

Zucker. Im Stamm enthält die Rinde am meisten, das Holz wenig. Im Exemplar vom 17. October fand sich im neunten Internodium Zucker im Mark. In der primären Rinde ist immer mehr als in der secundären Rinde. Die Wurzel enthält sehr wenig Zucker. Im ersten Internodium ist sehr deutlich zu sehen, dass die stärkehaltigen Holzfasern sehr wenig oder gar keinen Zucker besitzen. Es findet also eine Zunahme gegen die Spitze des Stammes statt. Gegen die vorigen Monate ist eine entschiedene Abnahme festzustellen. Es ist die Zeit des herbstlichen Zuckerminimums.

Untersuchung der Spitzenregionen der wachsenden Wurzel.

Am 9. Juli, 17. October und 1. November wurden frische, kräftige Wurzeln auf Zucker und auch auf Stärke geprüft.

Exemplar 1 vom 9. Juli.

Zucker. Die ersten 2 *mm* am Siebtheil sind frei von Zucker. Dann folgt eine etwa 4—5 *mm* lange Zone, die ziemlich viel Zucker enthält und zwar in der Rinde. Hierauf folgt eine Zone, in der wieder wenig auftritt (ca. 7 *mm*). Dann ist wieder etwas mehr anzutreffen. Weiter hinauf findet sich aber kein Zucker mehr.

Exemplar 2 vom 17. October.

Die ersten 2 *mm* am Scheitel sind frei von Zucker, die folgenden 8—9 *mm* sehr reich. 7—9 *mm* lang ist sehr wenig, dann wieder mehr anzutreffen.

Exemplar 3 vom 1. November.

An dem 37 *mm* langen Wurzelstück konnten von der Spitze aus sechs Zonen unterschieden werden.

1.	3 *mm* lang	ganz frei von Zucker.
2.	4 „ „	überall sehr viel Zucker.
3.	1,5 „ „	Uebergangszone zur zuckerarmen Zone.
4.	5 „ „	ziemlich frei von Zucker.
5.	8 „ „	etwas mehr Zucker.
6.	14 „ „	wieder viel, aber namentlich im Holzkörper.

Stärke. a) Die eben angeführte auf Zucker untersuchte Wurzel (vom 1. November) zeigt folgende Verhältnisse. Die Spitze ist nach Behandlung mit Jod intensiv gefärbt, die Wurzelhaube voll von Stärke. Im Wurzelgewebe tritt die Stärke erst 17 *mm* unter der Spitze

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

auf, zuerst in der Endodermis und der anstossenden Schicht, dann im Holz.

b) In einer 18 *mm* langen Wurzel enthielt die Wurzelhaube viel Stärke. Dann fanden sich etwa 1 *mm* von der Spitze der Wurzelhaube ziemlich dicht am Ende derselben in der Mitte der Rinde ganz schwache Stärkemengen, ziemlich vertheilt (nur ein bläulicher Schimmer), etwa 1—2,5 *mm* unter der Spitze. Erst 15—17 *mm* unter der Spitze tritt die Stärke in Rinde und Endodermis, dann im Holzkörper in beträchtlicheren Mengen auf.

Zusammenfassung in Bezug auf Gerbstoff, Stärke und Zucker.

Gerbstoff. Der Same ist frei von Gerbstoff. In den jungen, noch nicht ausgewachsenen Pflanzentheilen ist verhältnissmässig viel Gerbstoff vorhanden, in den fertigen weniger. In der Wurzel ist am wenigsten Gerbstoff enthalten. Im Stamm zeigt sich in den fertigen Theilen eine Zunahme gegen die basalen Partien. Von den Geweben enthält die primäre Rinde am meisten und zwar namentlich die peripheren Theile, die collenchymatisch verdickten Zellen, während die inneren Regionen vorwiegend Stärke führen. Die Stärkescheide enthält im Stamm nur Stärke, nie Gerbstoff, in der Wurzel nur Gerbstoff. Der Uebergang findet in der Gegend des Wurzelhalses auf einer Strecke von etwa 1—2 *mm* statt.

Von Mai bis October ist nun eine erhebliche Zunahme im Gerbstoffgehalt zu verzeichnen, die sich namentlich in den basalen Partien in der Rinde bemerkbar macht. Das Maximum liegt im Hypokotyl. Auch in der Wurzel ist Steigerung des Gerbstoffgehalts eingetreten, doch ist immer noch wenig vorhanden. Die Zunahme zeigt sich sowohl in der Zahl der gerbstoffhaltigen Zellen, wie in der Concentration des Gerbstoffes. Die Zunahme erfolgt namentlich in der primären und secundären Rinde. Die primäre Rinde enthält im Hypokotyl sehr viel, die secundäre weniger. Dennoch ist die Zunahme gerade in der letzteren besonders in die Augen fallend, da sie im Mai ausserordentlich wenig Gerbstoff enthält.

Stärke. In den jüngeren Exemplaren vom Mai findet sich wenig Stärke. In der Wurzel besitzt nur das Mark etwas. Im Stamm enthalten die unausgewachsenen Internodien Stärke namentlich im Mark und in der Stärkescheide, in der primären Rinde weniger. Dort sind auch die peripheren Schichten stark gerbstoffhaltig und deshalb fast ganz stärkefrei.

In den fertigen Internodien findet sich weniger Stärke im Mark, mehr in der Rinde; die Stärkescheide ist immer sehr reich. Gegen Juni und Juli zeigt sich eine beträchtliche Vermehrung des Stärkegehalts. Dann ist auch deutlich zu sehen, dass die Stärke von oben

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

nach unten zunimmt. Das Maximum lag im Juni im Wurzelhals, im Juli im Hypokotyl. Es enthalten dort sehr viel die primäre Rinde (auch die gerbstoffhaltigen Zellen), die äussere secundäre Rinde, Mark und inneres Holz. Erst in dieser Zeit (Juli) fängt auch die Wurzel an, erhebliche Stärkemengen zu speichern. Es ist die Zeit, in der das Wachsthum der oberirdischen Organe im Wesentlichen abgeschlossen ist.

Im October liegt das Stärkemaximum im Wurzelhals. In der Wurzel sind jetzt gewaltige Massen von Stärke gespeichert worden. Es tritt die Zeit des herbstlichen Stärkemaximums ein.

Die secundäre Rinde hat trotz ihrer grossen Gerbstoffzunahme auch noch grosse Stärkemengen aufnehmen müssen.

Zucker. Der Zucker zeigt sich meist in einiger Entfernung vom Vegetationspunkt. Weiter abwärts scheint er zunächst abzunehmen. In dem eben ausgewachsenen Internodium erreicht er sein Maximum und nimmt dann wieder ab.

Die jungen Pflanzen vom Mai und Juni sind noch relativ reich an Zucker. Bei ihnen zeigt sich eine Zunahme von oben nach unten. Das Maximum liegt im Wurzelhals. Im October, zu einer Zeit, wo sehr wenig Zucker vorhanden ist, sinkt dagegen der Zuckergehalt von oben nach unten. Die grössten Zuckermengen treten in der primären Rinde auf, und zwar in den peripheren (gerbstoffhaltigen) Theilen, dann im Mark und Holz. Auch in der cambialen Wachsthumszone findet sich Zucker (nie Stärke!). In der secundären Rinde ist meist sehr wenig vorhanden, nur im Juli etwas mehr. Die Wurzel führt meist sehr wenig, abgesehen von den jugendlichen Theilen.

Nur im Juli treten auch 100 *mm* tief bemerkenswerthe Zuckermengen auf. Wie schon erwähnt, füllt sich scheinbar erst in dieser Zeit die Wurzel mit Assimilaten. Es sind aber immer doch nur geringe Zuckermassen, und diese lassen gegen October noch überall in Wurzel und Stamm eine beträchtliche Abnahme erkennen. Zur Zeit des Stärkemaximums können wir ein Zuckerminimum feststellen.[1]) Zwischen Mai und Juli ist im Zuckergehalt der einjährigen Pflanzen kein grosser Unterschied. Ein Exemplar (das kräftige, stärkereiche) enthielt allerdings bedeutend weniger Zucker im Juli. Bemerkenswerth ist noch, dass der Kork ausserordentlich grosse Mengen von Zucker speichert, was auch für andere Objecte zutrifft, z. B. *Populus canadensis*, *Carpinus Betulus*, *Pirus prunifolia*, *Fraxinus americana*.

---

1) Vergl. Vandevelde: Bijdrage tot de scheikundige physiologie van den stam der boomen. Gent 1895.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: 19

Autor(en)/Author(s): Hämmerle J.

Artikel/Article: Ueber das Auftreten von Gerbstoff, Stärke und Zucker bei Acer Pseudoplatanus im ersten Jahre. 538-551