

\* *V. Riviniana* Rehb. Horecea (H. H.), bei Kpp. als *V. silvestris* Kit. *β. macrantha* Doell, jedoch von keinem Bukowiner Fundorte angegeben.

### *Polygalaceae.*

*P. vulgaris* L. var. *γ. pseudoalpestris* Godr. Schitul Rarëu (Grec., l. c.).

*P. austriaca* Crantz. Pietrele Doamnei (Guş., H. H.), Rarëu (B. und Grec., l. c.); hierher gehört nach Grec. *P. calcarea* Schult. von Pietrele Doamnei bei Brändzã, Analele Acad. Rom., l. c.

(Fortsetzung folgt.)

## Beiträge zur Kenntnis der Beziehungen des Lichtes und der Temperatur zum Laubfall.

Von Dr. Oskar Varga (Budapest).

Die ersten experimentellen Untersuchungen über die äußeren Ursachen des Laubfalles und über die im abfallenden Laube sich abspielenden Prozesse hat Wiesner<sup>1)</sup> angestellt. Seine Untersuchungen beziehen sich zwar hauptsächlich auf das Zustandekommen der herbstlichen Entlaubung unserer Holzgewächse, doch hat Wiesner in seiner Arbeit fast alle auf die Erscheinung des Laubfalles Bezug habenden Fragen berührt.

Von besonderem Interesse sind seine Untersuchungen über die Beziehungen des Laubfalles zu der Transpiration der Pflanzen. Wiesner hat gezeigt, daß unsere stark transpirierenden Laubhölzer ihr Laub abwerfen, sobald durch irgend welche Ursache ihre Transpiration herabgesetzt oder gar gänzlich aufgehoben wird.

Bezüglich des Zustandekommens der herbstlichen Entlaubung ist Wiesner zu folgendem Resultate gelangt. Die Herabsetzung der Transpiration, hervorgerufen einerseits durch die im Herbste herrschende niedere Temperatur und geringe Lichtintensität, andererseits durch die am Blattgrunde eintretenden anatomischen Veränderungen infolge Ausbildung der Trennungsschichte, durch welche eine Verminderung der Wasserzufuhr zum Blatte erfolgt, führt zu einer Stagnation der Flüssigkeit im Blatte, deren Folge die Bildung von organischen Säuren ist. Die gebildeten organischen Säuren bewirken die Auflösung der Interzellulärschicht der Zellen der Trennungsschichte, wodurch sich dieselben voneinander lösen und so unmittelbar das Abfallen des Blattes vom Stamme bewirken.

<sup>1)</sup> Untersuchungen über die herbstliche Entlaubung der Holzgewächse. Sitzber. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1871.

Im Anschlusse an die Versuche Wiesners hat Molisch<sup>1)</sup> die experimentellen Untersuchungen über den Laubfall fortgesetzt. Er hat in seiner Arbeit die Beziehungen des Laubfalles zur Transpiration erweitert und den Einfluß der wichtigsten äußeren Lebensfaktoren — des Lichtes, des Sauerstoffes und der Temperatur — auf denselben studiert.

In Übereinstimmung mit Wiesner hat er gezeigt, daß eine nicht allzu rasche, aber kontinuierliche Herabsetzung des Wassergehaltes des Blattes nicht nur zur Anlage der Trennungsschichte führt, sondern bei Pflanzen, welche in feuchter Atmosphäre zu vegetieren gewöhnt sind, auch zur Ablösung der Blätter führen kann. Es bleibt dabei gleichgültig, ob das Welken durch zu sehr gesteigerte Transpiration oder durch mangelhafte Wasserzufuhr hervorgerufen wird.

Da der Laubfall an die Lebenstätigkeit der Zellen der Trennungsschichte gebunden ist, die Ablösung also ein vitaler Prozeß ist, so ist es verständlich, daß zu demselben, wie Molisch nachgewiesen hat, der Zutritt von freiem Sauerstoffe notwendig ist.

Die nachfolgend mitgeteilten Versuche schließen sich an die Untersuchungen von Wiesner und Molisch an und wurden auf Anregung meines hochverehrten Lehrers Hofrat Prof. Dr. Julius v. Wiesner im pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Wiener Universität im Sommer und Spätherbste des Jahres 1898 ausgeführt. Es war geplant, die Versuche auch auf andere Zeiträume der Vegetationsperiode und auf eine größere Zahl von Gewächsen auszudehnen. Leider haben äußere Verhältnisse die Absicht verhindert. Da ich auch in der nächsten Zeit nicht erwarten kann, die Versuche fortzusetzen, so teile ich hier meine Untersuchungsergebnisse in Kürze mit; dieselben stellen sich allerdings nur als ein Fragment dar, doch enthalten sie einige, wie ich glaube, brauchbare Resultate, welche als „Beiträge zur Kenntnis des Laubfalles“ der Veröffentlichung nicht unwert sein dürften. Die Arbeit ist in der Form, in der sie unmittelbar nach Abschluß der Versuche niedergeschrieben worden war, hier mitgeteilt, und die auf den Gegenstand Bezug habenden, seither erschienenen Publikationen wurden an den betreffenden Stellen in den Fußnoten berücksichtigt.

### Beziehungen des Lichtes zum Laubfall.

Da grüne Pflanzen, wie insbesondere Wiesners bekannte Versuche<sup>2)</sup> lehrten, im Lichte stärker transpirieren als unter sonst gleichen Umständen im Dunkeln, und da anderseits die Herab-

<sup>1)</sup> Untersuchungen über Laubfall. Sitzber. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1886.

<sup>2)</sup> Über den Einfluß des Lichtes und der strahlenden Wärme auf die Transpiration der Pflanze. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. in Wien, Bd. 74 (1877).

setzung der Transpiration bei unseren stark transpirierenden Holzpflanzen zur Ablösung der Blätter führt, so nahm schon Wiesner an, daß die beschatteten Blätter aus dem angeführten Grunde früher abfallen müssen als die belichteten Blätter derselben Pflanze. Daß Wiesner die im Herbste herrschende geringe Lichtintensität zur Erklärung des herbstlichen Laubfalles herangezogen hat, wurde schon erwähnt<sup>1)</sup>.

Molisch experimentierte mit im Dunkeln stehenden Pflanzen und beobachtete das Abfallen der Blätter gegenüber der im Lichte stehenden. Zur Erklärung dieser Erscheinung nimmt er mit Wiesner an, daß dieselbe zum Teil der im Dunkeln eintretenden Herabsetzung der Transpiration zuzuschreiben ist, doch hebt er auch hervor, daß neben dieser Wirkung des Lichtentzuges auch noch eine andere bestehen muß, da Pflanzen, welche bei gehemmter Transpiration im Lichte ihr Laub nicht abwerfen, im Dunkeln sich desselben entledigen.

Da bei Lichtmangel sowohl die Assimilation der Pflanze aufgehoben als auch die Transpiration derselben herabgesetzt wird, so ist zu entscheiden, ob durch den einen oder den anderen Faktor oder durch beide gleichzeitig der Laubfall hervorgerufen wird, und wenn beide Faktoren daran beteiligt sind, wie groß der Anteil jedes derselben ist, bzw. welcher von beiden als der ausschlaggebende zu betrachten ist.

#### Die Beziehungen der Assimilation zum Laubfall.

Die Abhängigkeit der Ausbildung und der Lebensdauer der Laubblätter von ihrer Assimilationstätigkeit ist schon mehreremale zum Gegenstande von Untersuchungen gemacht worden. Unter den auf diesen Gegenstand Bezug habenden Arbeiten sollen an dieser Stelle nur die neuesten, von Vöchting<sup>2)</sup> und Jost<sup>3)</sup> herrührenden berücksichtigt werden, da die ältere, auf den Gegenstand Bezug habende Literatur bei den eben genannten Forschern, besonders bei Vöchting, zusammengestellt und ausführlich besprochen ist.

Die Resultate, welche sich auf die Abhängigkeit der Ausbildung des Laubblattes von seiner Assimilationstätigkeit beziehen, können hier übergangen werden, dagegen sollen einige Resultate der Untersuchungen, zu welchen die genannten Forscher bezüglich der Beziehungen der Lebensdauer des ausgebildeten Laubblattes zu seiner Assimilationstätigkeit gelangt sind, hier angeführt werden.

<sup>1)</sup> Inzwischen hat Wiesner auch den durch das Sinken des absoluten Lichtgenusses verursachten Sommerlaubfall entdeckt. Vgl. hierüber seine Arbeit: Über Laubfall infolge Sinkens des absoluten Lichtgenusses [Sommerlaubfall]. (Ber. d. deutsch. botan. Gesellsch., Bd. XXII, 1904, p. 64—72.)

<sup>2)</sup> Über die Abhängigkeit des Laubblattes von seiner Assimilationstätigkeit. Bot. Ztg., 1891.

<sup>3)</sup> Über die Abhängigkeit des Laubblattes von seiner Assimilationstätigkeit. Pringheims Jahrbücher f. wissenschaftl. Botanik, 27. Bd., 1895.

Vöchting äußert sich diesbezüglich folgendermaßen<sup>1)</sup>:

„Unsere Versuche lehren übereinstimmend, daß das Leben des ausgebildeten Laubblattes an seine Assimilationstätigkeit gebunden ist. Wird die letztere durch Entziehung der Kohlensäure gehemmt, so treten Störungen ein, welche früher oder später mit dem Tode endigen.“

„Es wiederholt sich also auch hier die bekannte Erscheinung, daß Organe, welche ihre Funktion nicht erfüllen können, vom Körper abgestoßen werden.“

Jost gelangte im wesentlichen zu demselben Resultate und hat auch eine den Tatsachen entsprechende Erklärung des Zusammenhanges zwischen der Assimilationstätigkeit und der Lebensdauer des Blattes gegeben. Der genannte Forscher sagt<sup>2)</sup>:

„Das im Dunkeln gebildete und im Dunkeln bleibende Blatt kann also, ohne zu assimilieren, normale Größe und Funktion erlangen.“

Anders verhält sich das am Lichte entstandene Blatt. Von dem Momente an, wo es sich entfaltet und ergrünt, vermag es dauernd nur unter solchen Bedingungen zu gedeihen, die ihm die Assimilation gestatten, es geht also sowohl im dunklen Raum, als auch im kohlenstofffreien Raum am Licht rasch zu Grunde.“

Sowohl Vöchting als auch Jost haben bei ihren Versuchen, in denen die Assimilation ausgeschlossen war, gelegentlich nicht nur das Absterben, sondern auch das Abfallen der Laubblätter beobachtet.

Jost hat, um den Einfluß der aufgehobenen Assimilation auf das Laubblatt zu studieren, die Pflanzen teils in kohlenstofffreie Atmosphäre, teils ins Dunkle gebracht. Bei den Untersuchungen des Einflusses der Assimilation auf den Laubfall schien es mir, daß die erstere Art der Versuchsanstellung der letzteren vorzuziehen sei, da bei dieser nicht nur die Assimilation aufgehoben, sondern auch die Transpiration bedeutend herabgesetzt wird.

Meine Versuche wurden mit abgeschnittenen Zweigen von Laubbölgern, die sich bezüglich des Laubfalles ähnlich und typisch verhalten, ausgeführt. Dies geschah, um den Einfluß des jeweilig studierten Faktors auf den Laubfall unbeeinträchtigt von der in der Organisation der Pflanzen gelegenen Verschiedenheiten oder von anderen Organen, z. B. den Wurzeln, zu studieren. Die Zweige standen mit ihren abgeschnittenen Enden in mit Wasser gefüllten Gefäßen. Sämtliche Versuche wurden im wasserdampfgesättigten Raume ausgeführt, um den Einfluß der Verschiedenheiten der Transpirationsgröße, bedingt durch den ungleichen Wasserdampfgehalt der Luft, auszuschließen. Zu diesem Zwecke wurden die mit Wasser gefüllten und mit den Zweigen versehenen Gefäße

<sup>1)</sup> l. c., p. 140.

<sup>2)</sup> l. c., p. 478.

auf eine große, runde Tonschale gestellt und mit einer großen Glasglocke bedeckt. In die Tonschale wurde bis zum Rande Wasser geschüttet, welches den Raum unter der Glasglocke von der äußeren Atmosphäre abschloß und denselben mit Wasserdampf sättigte. Das verdampfte Wasser wurde stets ergänzt und auch für einen genügenden Wechsel der Luft innerhalb der Glasglocke gesorgt, indem die Glocken täglich auf kürzere Zeit abgehoben wurden.

Unter jenen Glasglocken, in welchen die Assimilation ausgeschlossen werden sollte, wurde eine mit konzentrierter Kalilauge gefüllte Schale gestellt. Die Absorption der innerhalb der Glocke befindlichen Kohlensäure konnte durch das Emporsteigen des Wassers in der Glocke beobachtet werden<sup>1)</sup>.

Die Zahl der jeweilig abgefallenen Blätter wurde in Prozenten angegeben, um die bei den einzelnen Versuchen ermittelten Zahlen untereinander vergleichen zu können.

### Versuche.

Versuchsobjekt	Versuchsdauer	CO <sub>2</sub> -hältige Luft		CO <sub>2</sub> -freie Luft	
		Zahl der Blätter	Abgefallen	Zahl der Blätter	Abgefallen
1. <i>Quercus pedunculata</i> . .	11.—25. X.	25	5 = 20%	47	33 = 70%
2. <i>Carpinus Betulus</i> . . . . .	29. X.—7. XI.	22	8 = 36%	46	31 = 67%
3. <i>Acer tataricum</i> . . . . .	29. X.—7. XI.	43	36 = 83%	18	16 = 88%
4. <i>Alnus glutinosa</i> . . . . .	8.—16. XI.	32	31 = 96%	28	28 = 100%

Aus den beiden ersten angeführten Versuchen ergibt sich, wie bedeutend der Einfluß der aufgehobenen Assimilation auf den Laubfall sich geltend macht. Weniger auffallend ist dieser Einfluß bei den beiden letzten Versuchen, was wohl dem Umstande zuzuschreiben ist, daß die Blätter der Versuchszweige dem Abfallen nahe waren, daher auf äußere Einflüsse nicht mehr so lebhaft reagierten.

Bei der Interpretation dieser Versuche ist noch zu berücksichtigen, daß die Transpiration der Laubblätter im kohlenensäure-

<sup>1)</sup> Den Einfluß des Kohlensäuremangels sowie des verschiedenen Kohlensäuregehaltes der Luft behandelt die inzwischen erschienene Arbeit von J. Furliani: Über den Einfluß der Kohlensäure auf den Laubfall (Österr. botan. Zeitschr., 1906, Nr. 10).

freien Raume eine bedeutende Steigerung erfährt, deren Ursachen noch nicht definitiv ergründet worden sind. Da die Versuchsbranche sich im wasserdampfgesättigten Raume befanden, wodurch ihre Transpiration stark herabgesetzt und schließlich wenigstens angenähert aufgehoben wurde, welcher Umstand allein den Laubfall begünstigt hat, so hätte man erwarten müssen, daß, wenn ein Einfluß der aufgehobenen Assimilation auf den Laubfall ausgeschlossen ist, im kohlenstofffreien Raume die Entlaubung langsamer vor sich gehen müsse, doch hat sich das gegenteilige Verhalten der Zweige gezeigt. Der Mangel der Assimilation im kohlenstofffreien Raume hat den verzögernden Einfluß der gesteigerten Transpiration daselbst gegenüber im kohlenstoffhaltigen Raume nicht nur aufgehoben, sondern sogar übertroffen.

Um den Einfluß der aufgehobenen Assimilation auf den Laubfall auch nach einer anderen Methode zu prüfen, wurden Versuche im farbigen Lichte angestellt<sup>1)</sup>. Zu diesem Zwecke wurden die Zweige einestheils mit einer mit Kaliumbichromatlösung gefüllten, ein anderer Teil mit einer mit Kupferoxydammoniak gefüllten Senebierschen Glocke bedeckt, resp. es wurde ein Teil unter einen Glaskasten gebracht, dessen Wände aus rotgelbem Glase, ein anderer Teil unter einen gleichen Kasten, dessen Wände aus blauem Glase bestanden, gebracht. Im rotgelben Lichte war den Zweigen die Assimilation ermöglicht, im blauen Lichte, wenn auch nicht gänzlich aufgehoben, so doch auf ein geringes Maß herabgesetzt.

### Versuche.

Versuchsobjekt	Versuchsdauer	Rotgelbes Licht		Blaues Licht	
		Zahl der Blätter	Abgefallen	Zahl der Blätter	Abgefallen
1. <i>Betula</i> sp. <sup>2)</sup>	25. X.—3. XI.	47	17 = 36%	49	28 = 57%
2. <i>Quercus pedunculata</i> <sup>3)</sup>	11.—15. X.	40	19 = 47%	41	24 = 58%
3. <i>Carpinus Betulus</i> <sup>4)</sup> . . . . .	29. X.—7. XI.	30	22 = 73%	23	23 = 100%

Auch in diesen Versuchen hat es sich gezeigt, daß der Einfluß der eingeschränkten Assimilation im blauen Lichte den Einfluß der gesteigerten Transpiration daselbst übertraf. Wie bekannt,

<sup>1)</sup> Seither hat auch J. Furlani ähnliche Versuche angestellt und dieselben in seiner Arbeit: Laubblatt und monochromatisches Licht (36. Jahresbericht d. deutsch. Staats-Oberrealschule in Triest, 1906) mitgeteilt.

<sup>2)</sup> Unter den Glaskästen.

<sup>3)</sup> Unter den Glaskästen.

<sup>4)</sup> Unter den Senebierschen Glocken.

steigern die stärker brechbaren Lichtstrahlen die Transpiration der Pflanzen mehr als die schwach brechbaren. In unserem Versuche war also den im dampfgesättigten Raume befindlichen Zweigen im blauen Lichte eine stärkere Transpiration möglich als im rotgelben, dennoch war der Laubfall daselbst verzögert, da die Assimilation hier nicht aufgehoben war.

Die oben angeführten Versuche wurden im Herbste an- gestellt, also zu einer Zeit, in welcher die Trennungsschichte bereits ausgebildet war. Ich hatte jedoch schon im Sommer vorher zwei orientierende Versuche an- gestellt, welche beweisen, daß unter den Umständen, unter welchen die Ablösung vor sich ging, auch die Anlage und Ausbildung der Trennungsschichte erfolgt.

### Versuche.

A. In kohlenstofffreier Luft.					
Versuchsobjekt	Versuchs- dauer	CO <sub>2</sub> -hältige Luft		CO <sub>2</sub> -freie Luft	
		Zahl der Blätter	Abgefallen	Zahl der Blätter	Abgefallen
<i>Acer tataricum</i> .	1.—13. VII.	71	5 = 7%	21	15 = 71%

  

B. Im farbigen Lichte.					
		Rotgelbes Licht		Blaues Licht	
<i>Acer tataricum</i>	24. V.—1. VII.	26	4 = 15%	30	27 = 90%

Die im Sommer angestellten Versuche haben längere Zeit in Anspruch genommen als die im Herbste, was verständlich ist, wenn man bedenkt, daß zur Anlage und Ausbildung der Trennungsschichte eine gewisse Zeit erforderlich war. Dagegen machte sich der Einfluß der aufgehobenen Assimilation in diesem Falle noch bedeutender bemerkbar als bei den Versuchen, welche im Herbste an- gestellt wurden. Dies dürfte erstens dem Umstande zuzuschreiben sein, daß im Sommer die Intensität des Lichtes größer und die Beleuchtungsdauer länger ist, und zweitens dürfte das Blatt in- folge der Veränderungen, die im Alter in ihm vor sich gehen, nicht mehr so empfindlich sein als das junge, noch im Wachstum begriffene oder eben fertig ausgebildete Laub.

Es bleibt noch zu untersuchen, ob dem Lichte neben dem Einflusse auf die Assimilation nicht noch eine spezifische Wirkung zukommt.

Zur Entscheidung dieser Frage wurden die beblätterten Zweige im kohlenstofffreien Raume dem rotgelben, resp. blauen

Lichte gleichzeitig ausgesetzt. Die Versuchsanordnung war dieselbe wie bei den oben angeführten Versuchen mit farbigem Lichte, nur wurde sowohl unter die Glasglocke der im rotgelben Lichte als auch der im blauen Lichte befindlichen Zweige mit konzentrierter Kalilauge gefüllte Schalen gestellt.

### Versuche.

Versuchsobjekt	Versuchsdauer	Rotgelbes Licht		Blaues Licht	
		Zahl der Blätter	Abgefallen	Zahl der Blätter	Abgefallen
1. <i>Acer tataricum</i> . . . . .	29. X. — 7. XI.	35	31 = 88%	20	17 = 85%
2. <i>Quercus pedunculata</i> . . . . .	29. X. — 8. XI.	26	6 = 23%	26	5 = 19%
3. <i>Alnus glutinosa</i> . . . . .	8. — 14. XI.	26	19 = 73%	27	18 = 66%

Betrachten wir das Resultat dieser Versuchsreihe, so ergibt sich, daß bei ausgeschlossener Assimilation die Zahl der abgefallenen Blätter im rotgelben Lichte etwas kleiner ist als die der im blauen Lichte abgefallenen. Da die Transpiration der im wasserdampfgesättigten Raume befindlichen Zweige im blauen Lichte stärker war als im rotgelben, so können wir die geringe Verzögerung des Laubfalles im blauen Lichte der gesteigerten Transpiration daselbst zuschreiben, so daß wir nicht genötigt sind, eine spezifische Wirkung des Lichtes verschiedener Brechbarkeit sowie des Lichtes im allgemeinen auf den Laubfall anzunehmen.

Da im Dunkeln die Assimilation der Pflanzen ebenso ausgeschlossen ist wie in kohlenstofffreier Luft, so kann man den Einfluß des Lichtmangels auf den Laubfall teilweise der dadurch bedingten Aufhebung der Assimilationstätigkeit der Blätter zuschreiben, da aber außerdem im Dunkeln auch die Transpiration der Pflanze herabgesetzt wird, dieser Umstand aber auch den Laubfall begünstigt, so soll nun jener Anteil der Wirkung des Lichtmangels auf den Laubfall untersucht werden, welcher auf die Herabsetzung der Transpiration im Dunkeln zurückzuführen ist.

### Beziehung der Transpiration im Lichte zum Laubfall.

Um jenen Anteil der Wirkung des Lichtentzuges auf den Laubfall kennen zu lernen, welcher durch die im Dunkeln stattfindende Transpirationsherabsetzung bedingt wird, mußte die Assimilation bei den am Lichte stehenden Zweigen ausgeschlossen werden. Aus diesem Grunde wurden diese in kohlenstofffreien

Raum gebracht. Gleichzeitig wurden Zweige dunkel aufgestellt, indem sie in einen lichtdicht schließenden Kasten gebracht oder mit lichtdichten Blechzylindern bedeckt wurden. Bei diesen im Dunkeln ausgeführten Versuchen war die Kohlensäure nicht be-  
seitigt.

### Versuche.

Versuchsobjekt	Versuchsdauer	In kohlenstofffreier Luft am Licht		Im Dunkeln	
		Zahl der Blätter	Abgefallen	Zahl der Blätter	Abgefallen
1. <i>Quercus pedunculata</i> ...	11.—25. X.	47	33 = 70%	30	22 = 73%
2. <i>Carpinus Betulus</i> .. . . . .	29. X.—7. XI.	46	31 = 67%	25	14 = 56%
3. <i>Acer tataricum</i> .. . . . .	29. X.—7. XI.	18	16 = 88%	53	45 = 84%
4. <i>Alnus glutinosa</i> .. . . . .	8.—14. XI.	28	19 = 67%	29	23 = 79%

Das Ergebnis der Versuche hat zu einem Widerspruche geführt: In zwei Fällen war der Laubfall im Dunkeln größer als im kohlenstofffreien Raume im Lichte, während in den beiden anderen Fällen das umgekehrte Verhältnis sich zeigte. Man hätte erwarten müssen, daß im Dunkeln, wo sowohl die Assimilation aufgehoben als auch die Transpiration herabgesetzt war, auch der Laubfall eine Beschleunigung erfahren würde, doch hat schon Jost die Beobachtung gemacht, daß die Pflanzen im kohlenstofffreien Raume am Lichte mehr geschädigt werden als im Dunkeln. Als Grund hiefür vermutet er, daß im Lichte die Zerstörung des Chlorophylls rascher von statten geht als im Dunkeln, wodurch das Absterben des Blattes beschleunigt wird.

Daß aber unter Umständen die Dunkelheit sich gegenüber diesem beschleunigenden Einflusse des Lichtes auf das Absterben und Abfallen der Blätter geltend macht, scheint mit dieser Annahme nicht im Widerspruche zu stehen, denn es kann ja Pflanzen geben, deren Chlorophyll dem Lichte gegenüber eine größere Widerstandsfähigkeit besitzt<sup>1)</sup>.

Da also bei der eben angeführten Versuchsanstellung der Einfluß, welchen die Herabsetzung der Transpiration durch Lichtentzug auf den Laubfall ausübt, nicht deutlich ersichtlich war, unternahm ich es, diesen Einfluß nach einer anderen Methode zu

<sup>1)</sup> Daß in diesen Versuchen der verzögernde Einfluß nicht der innerhalb der Glasglocken der im Dunkeln aufgestellten Zweige sich angesammelten größeren Menge Kohlensäure zuzuschreiben ist, haben die folgenden Versuche bewiesen.

prüfen. Die am Lichte stehenden Zweige wurden zu diesem Zwecke unter blane Glasstürze gebracht, woselbst sie wohl eine Transpirationssteigerung gegenüber der im Dunkeln stehenden Zweige erfuhren, dagegen war die Assimilation, wenn auch nicht gänzlich aufgehoben, so doch auf ein sehr geringes Maß herabgesetzt, und, was hauptsächlich von Bedeutung war, es war das Chlorophyll, trotzdem es nicht assimilieren konnte, von der zerstörenden Wirkung des Lichtes geschützt. Bekanntlich wird ja die Zerstörung des Chlorophylls durch die schwächer brechbaren Strahlen bewirkt.

In dem einen Versuche befanden sich die im blauen Lichte aufgestellten Zweige außerdem in kohlenstoffsaurem Raume, wodurch die Möglichkeit der Assimilation gänzlich ausgeschlossen war.

### Versuche.

Versuchsobjekt	Versuchsdauer	Blaues Licht		Dunkel	
		Zahl der Blätter	Abgefallen	Zahl der Blätter	Abgefallen
1. <i>Quercus pedunculata</i> ...	11.—25. X.	41	24 = 58%	30	22 = 73%
2. <i>Alnus glutinosa</i> .....	8.—14. XI.	27	18 = 69% <sup>1)</sup>	29	23 = 79%

Die Versuche zeigen nun deutlich, daß im Dunkeln neben der Aufhebung der Assimilation auch die Herabsetzung der Transpiration den Laubfall begünstigt, doch erhellt aus den Versuchen, welche im farbigen Lichte angestellt wurden, daß der im Dunkeln erfolgende Laubfall hauptsächlich durch die Aufhebung der Assimilation daselbst hervorgerufen wird.

### Beziehungen der Temperatur zum Laubfall.

Bezüglich des Einflusses der niederen Temperatur auf das Zustandekommen der herbstlichen Entlaubung hat schon Wiesner<sup>2)</sup> interessante Versuche angestellt. Er hat gezeigt, daß Pflanzen mit raschem Laubfalle bei sinkender Temperatur eine bedeutende Herabsetzung der Transpiration erfahren als Pflanzen mit tragem Laubfalle.

Die Versuche, welche Molisch angestellt hat, um den Einfluß niederer Temperatur auf den Laubfall zu studieren, haben zu keinem positiven Resultate geführt, was er dem Umstande zuschrieb, daß der Laubfall an und für sich und die Ausbildung der Trennungsschichte von der Temperatur in verschiedener Weise beeinflußt wird, wodurch der Einfluß der Temperatur auf das Zustandekommen des Laubfalles ein komplizierter wird.

<sup>1)</sup> Kohlenstoffsaurem Raume.

<sup>2)</sup> l. c., p. 34—35.

Um den Einfluß der Temperatur auf den Ablösungsprozeß zu ermitteln, hat Molisch im Herbste Zweige im dunstgesättigten Raume am Lichte ins Freie, einen anderen Teil unter gleichen Umständen in einem geheizten Raume aufgestellt. Es zeigte sich, daß in den meisten Fällen von den im geheizten Raume aufgestellten Zweigen innerhalb derselben Zeit sich mehr Blätter ablösten als von den im Freien aufgestellten, doch hat er auch das gegenteilige Verhalten einiger Pflanzen beobachtet<sup>1)</sup>.

#### Einfluß der Temperatur auf die Ausbildung der Trennungsschichte.

Um den Einfluß der Temperatur auf die Ausbildung der Trennungsschichte zu ermitteln, experimentierte ich mit Zweigen, die im dunkeln und wasserdampfgesättigten Raume verschiedenen Temperaturen ausgesetzt waren, indem der eine Teil in die geheizte, der andere in die ungeheizte Abteilung desselben Glashauses aufgestellt wurde. Die Zweige befanden sich bei dieser Versuchsanstellung in einer durch den Lichtmangel und der gehemmten Transpiration bedingten Disposition zum Laubfalle, wodurch der Ablösungsprozeß ungestört von den übrigen Einflüssen der Temperatur auf das Blatt vor sich gehen konnte.

#### Versuche.

Versuchsobjekt	Versuchsdauer	Geheizter Raum		
		Temperatur	Zahl der Blätter	Abgefallen
1. <i>Carpinus Betulus</i>	29. X.—7. XI.	12—24° C. Mittel: 18° C.	25	14 = 56%
2. <i>Quercus pedunculata</i> .....	29. X.—7. XI.	12—26° C. Mittel: 19° C.	36	35 = 97%
3. <i>Alnus glutinosa</i>	8.—16. XI.	13—26° C. Mittel: 19·5° C.	29	28 = 96%
Versuchsobjekt	Versuchsdauer	Ungeheizter Raum		
		Temperatur	Zahl der Blätter	Abgefallen
1. <i>Carpinus Betulus</i>	29. X.—7. XI.	11—15° C. Mittel: 13° C.	12	0 = 0%
2. <i>Quercus pedunculata</i> .....	29. X.—7. XI.	9—16° C. Mittel: 12·5° C.	29	22 = 75%
3. <i>Alnus glutinosa</i>	8.—16. XI.	9—16° C. Mittel: 12·5° C.	34	20 = 58%

<sup>1)</sup> l. c., p. 27 ff.

Aus den angeführten Versuchen ersieht man nun deutlich, daß der Ablösungsprozeß bei einer für die Lebenstätigkeit der Pflanzen im allgemeinen günstigen höheren Temperatur rascher von statten geht als bei niedriger Temperatur, wenn das Laub in seinen Funktionen gehindert wird<sup>1)</sup>.

Anschließend möchte ich noch auf eine Erscheinung aufmerksam machen, die mit der oben angeführten im Zusammenhange zu stehen scheint. Es ist bekannt, daß unter unseren Laubbölzern sich einige Arten befinden, welche im Herbst ihr Laub gar nicht oder nur teilweise abwerfen, dasselbe im abgestorbenen Zustande den ganzen Winter über behalten und erst im folgenden Frühjahr allmählich verlieren. Als Beispiel hieher gehöriger Pflanzen führe ich *Quercus* sp., *Carpinus* sp. und *Fagus* sp. an.

Ich glaube diese Erscheinung dem oben angeführten Einflusse der Temperatur auf den Ablösungsprozeß zuschreiben zu können. Solche Pflanzen sind nämlich in der Anlage der Trennungsschichte träge und läßt bei denselben die im Herbst eintretende niedrigere Temperatur die Ausbildung der Trennungsschichte nicht mehr zu. Erst bei der steigenden Temperatur des Frühjahres beginnen die Zellen der Trennungsschichte ihre Lebenstätigkeit und das Blatt löst sich ab. Dazu gesellt sich der steigende Wurzel- druck, welcher die Zellen des an dem abgestorbenen Gewebe des Blattstieles anschließenden Rindenparenchyms in lebhaft turgeszierenden Zustand versetzt, und die Tätigkeit des Cambiumringes. Durch die Produktion des Frühjahrsholzes wird nämlich der Umfang des Zweiges vergrößert, wodurch eine Spannung zwischen dem Rindenparenchym und dem abgestorbenen Gewebe des Blattstieles entsteht, welche das mechanische Ablösen des Blattes zur Folge hat<sup>2)</sup>.

Ich habe bezüglich des verspäteten Laubfalles nur einige orientierende Versuche angestellt, die im wesentlichen meine Ansicht bestätigt haben. Genauere Untersuchungen, die das Zusammenwirken der einzelnen Faktoren berücksichtigen, sind noch anzustellen<sup>3)</sup>.

#### Einfluß der Temperatur auf das Zustandekommen des Laubfalles.

Ich führe nun noch einen Versuch an, welcher den Einfluß niedriger Temperatur auf das Zustandekommen des Laubfalles

<sup>1)</sup> Aber auch Frost kann ein Ablösen der Blätter mit ausgebildeter Trennungsschichte zur Folge haben. Vgl. Wiesner J., Über Frostlaubfall nebst Bemerkungen über die Mechanik der Blattablösung (Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXIII., 1905, p. 49—60).

<sup>2)</sup> Eine ähnliche Erklärung dieser Erscheinung veröffentlichte Baltz. Zum Laubfall unserer Waldbäume (Deutsche Forstzeitung, Bd. XIII, 1898, Nr. 36, p. 525—528).

<sup>3)</sup> Diese Erscheinung wurde von Wiesner eingehend studiert und Treiblaubfall benannt. Über den Treiblaubfall und über Ombrophilie immergrüner Holzgewächse (Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1904, Band XXII, Heft 6, p. 316—323).

zum Gegenstande hat, muß jedoch vorausschicken, daß ich der vorgeschrittenen Jahreszeit halber keine weiteren Versuche anstellen konnte, da einesteils keine beblätterten Zweige zu verschaffen waren<sup>1)</sup> und andererseits wegen der ungünstigen Lichtverhältnisse der Einfluß des Lichtes auf den Laubfall zu schwach war.

Die Versuche wurden wie die früheren mit abgeschnittenen Zweigen, welche sich im wasserdampfgesättigten Raume befanden, angestellt. Ein Teil derselben wurde in eine geheizte Abteilung des zum Institute gehörigen Gewächshauses — in dem sogenannten Experimentierraume —, der andere in das neben dem Experimentierraume befindliche Kalthaus, dem Lichte ausgesetzt, aufgestellt. In beiden Abteilungen herrschte annähernd dieselbe Lichtintensität. Die Temperatur in den beiden Abteilungen wurde mittels Maximum-Minimumthermometern kontrolliert. Sowohl neben die im Experimentierraume als auch neben die im Kalthause im Lichte stehenden Zweige wurden unter sonst gleichen Umständen befindliche, aber mit undurchsichtigen Blechzylindern bedeckte Zweige aufgestellt.

#### Versuch.

Versuchsobjekt: *Quercus pedunculata*.

Versuchsdauer: 29. Oktober bis 14. November.

Experimentierraum				
Temperatur: 12—26° C. — Mittel: 19° C.				
Am Licht		Dunkel		Differenz
Zahl der Blätter	Abgefallen	Zahl der Blätter	Abgefallen	
34	19 = 55%	36	35 = 97%	42%

Kalthaus				
Temperatur: 9—16° C. — Mittel: 12·5° C.				
Am Licht		Dunkel		Differenz
Zahl der Blätter	Abgefallen	Zahl der Blätter	Abgefallen	
20	12 = 60%	29	22 = 75%	15%

<sup>1)</sup> Da ein Teil meiner Versuche im Spätherbste ausgeführt wurde, war es, wie auch schon bei früheren Versuchen, schwierig, sich eine genügende Zahl beblätterter Zweige zu verschaffen. Die Zweige, welche ich bei diesen Versuchen verwendete, stammten von entgipfelten und geschneitelten Bäumen, die ihr Laub in lebensstüchtigem Zustande lange behalten. Vgl. hierüber: Dingler H., Zum herbstlichen Laubfall (Forstw. Zentralbl., XXIV., 1902, p. 105) und Über das herbstliche Absterben des Laubes von *Carpinus Betulus* an geschneitelten Bäumen (Ber. d. deutsch. bot. Ges., XXIV., 1906, p. 32—30).

Vergleichen wir die Zahl der im Dunkeln mit der Zahl der im Lichte abgefallenen Blätter, so bemerken wir, daß sowohl im warmen Experimentierraume als auch im Kalthause das Licht den Laubfall verzögert hat, aber wir finden auch, daß die Differenz der im Lichte gegenüber der im Dunkeln abgefallenen Blätter im Kalthause bedeutend geringer war als im Experimentierraume, weil bei der niederen Temperatur des Kalthauses im Lichte von derselben Intensität keine so ergiebige Assimilation und Transpiration vor sich gehen konnte als bei der höheren Temperatur des Experimentierraumes. Die Disposition zum Laubfalle im Lichte war also im Kalthause größer als im Experimentierraume.

Allerdings ist die Differenz der im Kalthause gegenüber der im Experimentierraume am Lichte abgefallenen Blätter sehr gering, was jedoch dem Umstande zuzuschreiben ist, daß zur Zeit, in welcher der Versuch angestellt wurde, sehr ungünstige Lichtverhältnisse herrschten, infolgedessen der günstige Einfluß der höheren Temperatur des Experimentierraumes auf die Ausbildung der Trennungsschichte den verzögernden Einfluß des Lichtes auf das Zustandekommen des Laubfalles entgegenwirkte.

Wir sehen also aus diesem Versuche, daß das Zustandekommen des Laubfalles bei niederer Temperatur von zwei entgegen gerichteten Prozessen bedingt wird und daß es von den Umständen abhängt, ob bei einer gewissen Temperatur das Laub abgeworfen wird oder nicht.

### Zusammenfassung.

1. Um die Ursachen des Laubfalles bei Lichtmangel zu ergründen, mußte zunächst festgestellt werden, welchen Einfluß die Herabsetzung, resp. Aufhebung der Assimilation auf den Laubfall hat. Es hat sich dabei gezeigt, daß unter all den Umständen, unter welchen die Assimilation der Pflanze herabgesetzt oder aufgehoben wird, also nicht nur im Dunkeln, sondern auch im Lichte in kohlenstofffreier Luft, als auch im stark brechbaren Lichte, die Blätter energisch abgeworfen werden.

2. Außer der Aufhebung der Assimilation der Pflanze begünstigt aber auch die durch den Lichtmangel bedingte Herabsetzung der Transpiration der Pflanze den Laubfall, doch hat es sich gezeigt, daß die Aufhebung der Assimilation einen bedeutenderen Einfluß auf das Zustandekommen des Laubfalles hat als die durch dieselbe bedingte Herabsetzung der Transpiration der Pflanze.

3. Außer den oben angeführten indirekten Einflüssen konnte eine spezifische Wirkung des Lichtes im allgemeinen als auch des Lichtes von verschiedener Brechbarkeit auf den Laubfall nicht nachgewiesen werden.

4. Sobald die Temperatur sinkt, wird die Assimilationstätigkeit und die Transpiration der Blätter herabgesetzt und dadurch

die Disposition zum Laubfall hervorgerufen. Diese Disposition äußert sich darin, daß die in ihren Funktionen geschädigten Blätter einen Reiz auf die Basis des Blattstieles ausüben und dort zur Anlage der Trennungsschichte Anlaß geben.

5. Umgekehrt verhält sich die Ausbildung der Trennungsschichte, wenn die Disposition zum Laubfalle durch einen anderen Faktor, etwa durch Lichtentzug, hervorgerufen wird, innerhalb der für ihre Entwicklung günstigen Temperaturgrenzen bei höherer Temperatur rascher vor sich geht.

Es muß deshalb die Temperatur, welche die Disposition zum Laubfall hervorruft, noch zur Ausbildung der Trennungsschichte ausreichen, da sonst die Blätter wohl absterben, aber träger oder gar nicht abgeworfen werden.

## Über einige Arten aus dem illyrischen Florenbezirk.

Von Ernst Sagorski (Almrich bei Naumburg).

(Schluß.)<sup>1)</sup>

Schößling derb, in nicht hohem Bogen niederliegend, kantig mit gefurchten Flächen, fast kahl, spärlich kurzflaumig, mit ganz vereinzelt Büschelhaaren, nach oben zu anliegend behaart, mit mäßig starken, am Grund verbreiterten, etwas gekrümmten Stacheln, Blätter gefingert-fünzfählig und dreizählig, Blättchen unregelmäßig grob doppelt eingeschnitten-gesägt, oberseits völlig kahl, unterseits dicht weißfilzig. Endblättchen zirka 7 cm lang und 5—5.5 cm breit, breitelliptisch, am Grund abgerundet oder schwach herzförmig, vorne einfach spitz oder mit kurzer Zuspitzung. Blütenstand groß, breit, rispig, sehr dicht, nur am Grund beblättert, nach oben nicht oder kaum verjüngt, mit aufrecht abstehenden, trugdoldig geteilten, drei bis siebenblütigen Ästchen. Achse drüsenlos, filzig-zottig, mit breit aufsitzenden, etwas gebogenen, ziemlich schwachen Stacheln. Blütenstiele filzig und zottig behaart. Blüten ziemlich groß. Kelchblätter beiderseits grau bis weiß filzig, zurückgeschlagen, mit abstehender Spitze. Kronenblätter verkehrt eiförmig, weiß. Staubblätter weiß, die grünlichen Griffel überragend. Fruchtansatz gut entwickelt.

Der Schößling der Mostarer Pflanze ist kahler als bei der Kulturpflanze.

Von allen *thyrsanthus*-Formen ist unsere Pflanze durch den niedrig-bogigen Schößling verschieden, der von zahlreichen, prächtigen Blütenrispen überragt wird. Mir fiel, wie ich schon an Focke schrieb, an der Mostarer Pflanze eine gewisse äußere Ähnlichkeit

<sup>1)</sup> Vgl. Nr. 1, S. 11.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [061](#)

Autor(en)/Author(s): Varga Oskar

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis der Beziehungen des Lichtes und der Temperatur zum Laubfall. 74-88](#)