Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 60 (1909)

Heft: 4

Artikel: Wirkung des Frostes auf den Blattabfall

Autor: Jaccard, Paul

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-767157

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

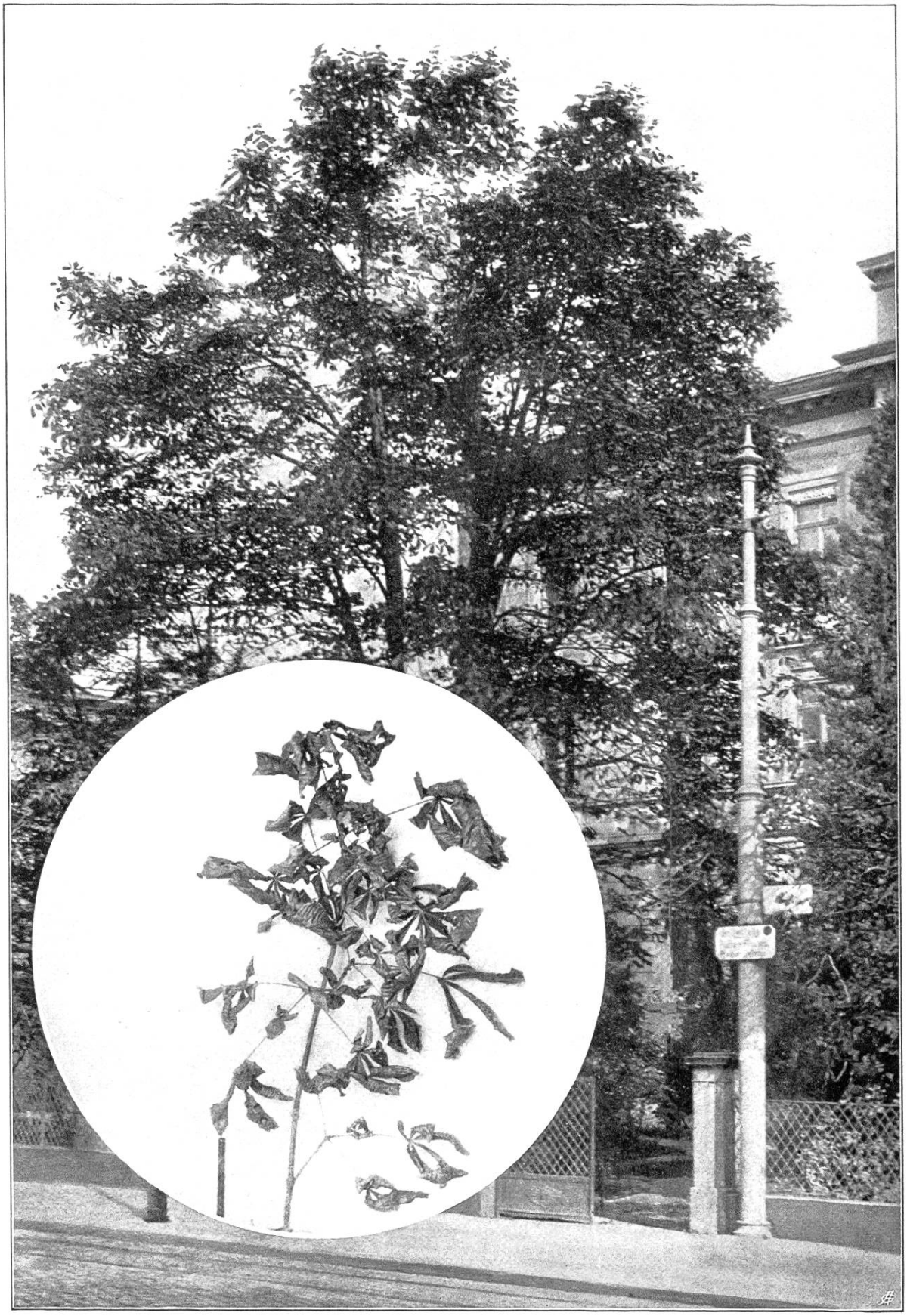
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch



Phot. Klingenfuß.

Roßkastanienbaum bei der Forstschule in Zürich, der vor dem Laubabfall vom Frost überrascht wurde.

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen

Organ des Schweizerischen Forstvereins

60. Jahrgang April 1909 № 4

Wirkung des Frostes auf den Blattabfall.

Nach Herrn Dr. Paul Jaccard, Professor am eidg. Polytechnikum, aus dem „Journal forestier suisse“ gekürzt übersetzt.

Neben manchen meteorologischen Überraschungen brachte uns das Jahr 1908 Gelegenheit, eine interessante neue Beobachtung zu machen. Sonst lassen die Bäume die sommergrünen Blätter bei den ersten Frösten fallen; diesmal trat das trotz dem Frost vom 20. bis zum 23. Oktober nicht ein. Platane, Ulme und Linde blieben über diese Zeit hinaus schön grün. Apfelbaum, Birnbaum, Eiche und Roßkastanienbaum zeigten nach diesem Temperatursturz meistens erfrorne Blätter. Dabei unterschieden sich diese Holzarten in ihrem Verhalten. Bei den Obstbäumen war das Laub von einem Tag zum andern gebräunt worden, doch blieb die Blattspreite geöffnet. Eiche und Roßkastanie behielten grünes Laub, das aber brüchig und gekräuselt worden war. Das ist auf dem Medaillon der Tafel I ersichtlich, die einen Roßkastanienbaum darstellt, der bis zum 10. November belaubt blieb.

Die gefrorenen, gekräuselten Blätter, nach Sachs mit verdünnter Jodtinktur behandelt, zeigten im Mesophyll und im Parenchym der Blattstiele mehr oder weniger Stärkegehalt. Dieser fehlte ganz in den gelb gewordenen oder abgefallenen Blättern. Am 23. Oktober sank die Temperatur auf —3,4 C. Dann hob sich diese rasch bei Windstille. Das Roßkastanienlaub blieb bis am 9. November am Baum und fiel dann zur Hälfte ab, als Schneefall und Wind einsetzten. (Einzelne Exemplare dieser Holzart, offenbar einer besondern Varietät angehörend, hatten die Blätter allerdings schon Mitte Oktober verloren.) Was über den 9. November hinaus am Baum verblieb, haftete fest und konnte nur mit einer an der Insertionsstelle des Blattstieles wirkenden Zugkraft von 500 gr losgerissen werden.

Die mikroskopische Untersuchung eines Längsschnittes durch Blattstiel und anstoßenden Zweig zeigte an dem letztern Wundperiderm, währenddem die Trennungsschicht im Stiel fehlte. Hier waren die Gefäße noch offen und nicht durch Gummieinlagerung verstopft, wie das beim gewöhnlichen Laubabfall in die Erscheinung tritt. Das Wundperiderm war noch nicht ganz durch die Gefäßbündel gedrungen. Riß man das Blatt mit Gewalt vom Zweig, so sah man, wie sich durch Absonderung aus den Zellen in der Nähe der Gefäße ein Gummiwülstchen bildete. In diesem Wülstchen waren die Spiralen der zerrissenen Gefäße vom Gummi umschlossen, was die Verhärtung des den Abschluß bewerkstelligenden Pfropfens erleichtern wird. Die gleiche Erscheinung zeigt sich beim normalen Blattabfall. Es ist bekannt, daß die Korkschicht (Wundperiderm) am Zweig, welche die Insertionsstelle des Blattstiels nach außen abschließt, schon früh im Herbst gebildet wird. Dagegen entsteht die Trennungsschicht an der Basis des Blattstiels, die den Blattabfall beim leichtesten Windstoß vermitteln wird, erst unmittelbar vor diesem Abfall.

Das Fehlen der Trennungsschicht war schuld an dem verspäteten Laubabfall dieses Jahres.[1] Die nebenstehenden zwei Mikrophotographien zeigen deutlich, wie sich die Ablösung des Blattes längs einer unregelmäßigen Linie und infolge Zerreißung der Zellen an der Basis des Blattstiels in der Nähe des Wundperiderms vollzogen hat.

Der Laubabfall ist wohl durch Zerstörung oder Erfrieren der Zellen des Blattstiel-Parenchyms erleichtert worden und trotzdem erst nach vier Wochen, infolge Schnee- und Windwirkung eingetreten.

Wiesner, der so viel über den Laubabfall experimentiert und beobachtet hat, glaubt im Nachlassen der Verdunstung den Grund für die Auflösung der Zellen in der Mittellamelle der Trennungsschicht zu erblicken. Die Stagnation des Zellsaftes würde die Oxydierung des Chlorophylls, die Bildung von Säuren und speziell von Oxalsäure[2] auslösen und so zur Entstehung eines Ferments Anlaß geben, das die Zellen zerstört. Dieses Ferment ist in der Trennungsschicht nachgewiesen. Ich habe was folgt beobachtet: Das Mesophyll der

---

[1] Dieses Vorkommnis war kaum in der ganzen, wohl aber in der östlichen Schweiz zu sehen und namentlich da aufgefallen, wo Laubstreu genutzt wird.

[2] Siehe Sitzungsbericht der Wiener Akad. 1871, p. 502.

Tafel II.

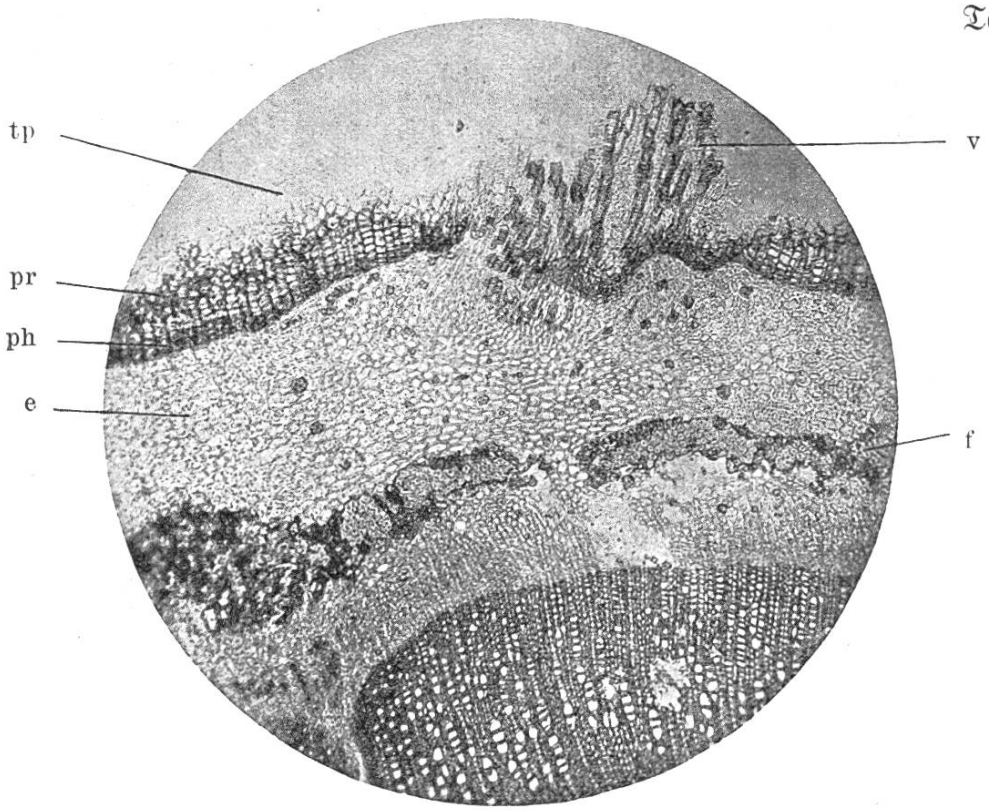


Fig. 1. Vergrößerung 100:1.

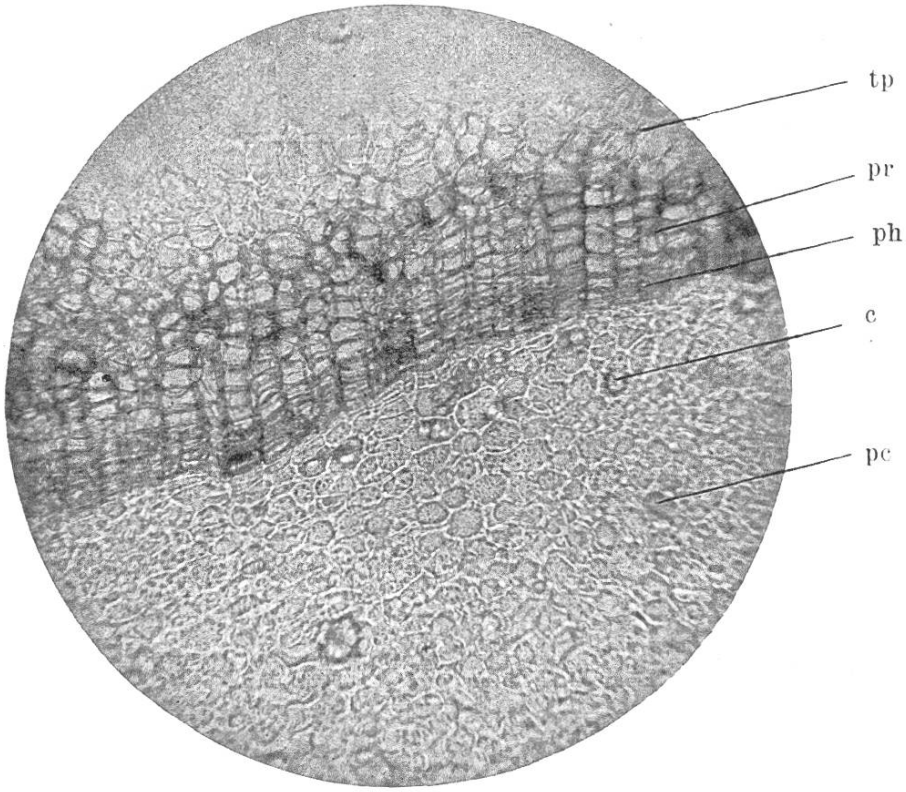


Fig. 2. Vergrößerung 250:1. Mikrophot. Klingenfuß.

Querschnitte durch das Wundperiderm.

v. Gefäßbündel beim Eintritt in den Blattstiel; tp. Parenchym an der Blattstiel-Basis, durch Blattabfall unregelmäßig zerrissen; pr. Periderm auf der Unterlage, aus der es hervorging; ph. Phellogen, welches das Wundperiderm bildet; e. Aeußere Rinde; pc. Rinden-Parenchym; f. Bastfasern der äußern Rinde; c. Zellen mit oxalsauren Kalkkristallen.

mitten in ihrer Tätigkeit erfrorenen Blätter enthielt viel oxalsaure Kalkkristalle. Dasselbe zeigte sich beim Parenchym von Blattstiel und Blattrippen. Ein Unterschied zwischen den Blättern, die vor dem Frost abgestorben waren, und den grünen ergab sich nicht. An beiden Orten fehlte jegliche freie Oxalsäure. Nach einem Eintauchen von 15 Stunden in eine 4 % Oxalsäurelösung löste sich die Blattspreite vermöge ihres Gewichts vom Stiel. Das gleiche wurde beim Eintauchen in gewöhnliches Wasser festgestellt.

Ist die Trennungsschicht schon vor dem Frost gebildet, so gibt es beim Eintritt des letztern zwischen den wasser- und saftführenden Zellen der Schicht eine Eislamelle, welche die Zellen loslöst. Taut das Eis dann auf, so fällt das Laub allgemein ab. J. Wiesner macht in einer neuen Publikation[1] auf eine Beobachtung aufmerksam, die zeigte, wie bei Wien ein Roßkastanienbaum infolge Frühfrost alle noch grünen Blätter verlor.

Mich wundert, daß Wiesner das in Tafel I konstatierte Kräuseln der Blattspreite nirgends gesehen hat. Er sah dafür andere Vorkommnisse, die uns der diesjährige Frühfrost nicht zeigte. Aus allem geht hervor, wie verschieden unsere einheimischen Pflanzen auf den Frost reagieren.

Warum hat sich bei unserm Roßkastanienbaum die Trennungsschicht nicht gebildet?

Gewöhnlich beginnt eine Zersetzung des Chlorophylls unter dem Einfluß der nachlassenden Verdunstung und der im Herbst rauh einsetzenden Verringerung der Lichteinwirkung. In den Mesophyllzellen häufen sich verschieden gefärbte Substanzen, Anthozyan, Tannin, Tannöidin und Humusverbindungen, welche die herbstlichen Blattfärbungen hervorbringen. Ferner stellen sich organische Säuren, namentlich Oxalsäure, ein, die in den Blättern leicht nachzuweisen ist. Diesen Umbildungen geht ein Wasserverlust der Blattsubstanz zur Seite, nachdem schon früher die Stärke teils zerfallen, teils in die Zweige gewandert und dort verblieben ist.

Zu Anfang der Chlorophyllzersetzung verlängern sich gewisse Parenchymzellen der Blattstielbasis in transversaler Richtung, um,

[1] Über Frostlaubabfall usw. Berichte der Deutschen botan. Gesellschaft. Bd. XXIII. pag. 49—60.

parallel zum Wundkork, die Trennungsschicht zu bilden, in deren Mitte die Loslösung des Blattes vom Zweig stattfinden wird.[1]

Dieses Jahr trat das Absterben der Blätter plötzlich ein und war nicht die Folge unmerklicher Veränderungen. Dank der ungewöhnlich schönen warmen Witterung der drei ersten Oktoberwochen dauerte die Vegetationstätigkeit bis zum 20. Oktober, dem ersten Frosttag, fort. Das Laub war nicht auf den Abfall vorbereitet und zeigte noch den vollen Stärkegehalt. Nachdem der Frost die lebenden Blattspreitezellen zerstört hatte und die chemischen Prozesse, welche die Chlorophyllauflösung zu begleiten pflegen, nicht stattfinden konnten, war das Blatt, wenn auch gekräuselt, grün geblieben. Es hatte den Charakter des wintergrünen Laubes angenommen.

Die besser geschützten Parenchymzellen des Blattstiels strotzten noch von Saft im Gegensatz zu den stark ausgetrockneten Mesophyllzellen. Das scheint dafür zu sprechen, daß die Bildung der Trennungsschicht vom Erscheinen im Stiel der Zersetzungsprodukte des Chlorophylls abhängig und weniger die Folge des Aufhörens der Chlorophylltätigkeit und der Verdunstung ist.

Als Beweis für die Erhaltung der Lebensfähigkeit der Blattstielzellen kann die Tatsache gelten, daß hier der Stärkegehalt zwei Tage nach dem Frost noch vorhanden, 14 Tage später aber verschwunden war. Zu dieser Zeit war er in der grünen Blattspreite noch unvermindert. Er war noch am 20. November in nicht abgefallenem Laub nachzuweisen.[2]

Man könnte glauben, nur das Protoplasma in Stiel und Hauptrippe sei verändert worden und die Fermente des Zellsaftes, welche die Stärke auflösen und in den Zweig führen, seien in Tätigkeit geblieben. Diese widerstehen wirklich Kältegraden, welche das Protoplasma töten. Weil die Schicht des Wundperiderms zur Zeit des Frostes die

---

[1] Siehe u. a. Wiesner: Untersuchung über die herbstliche Entlaubung der Holzgewächse. Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften Bd. 64. Die biologische Bedeutung des Laubabfalles. Berichte der Deutschen botan. Gesellschaft Bd. XXIII. Zur Laubabfallfrage. Gleiche Publikation Bd. XIV. Siehe ferner A. Tison: „Recherches sur la chute des feuilles . . .“ Mémoires de la Soc. linnéenne de Normandie. Caen. 1900.

[2] Im abgefallenen Laub verschwindet das Stärkemehl nach und nach, weil jenes Wasser aufnimmt und sich zersetzt.

Gefäßbündel noch nicht durchsetzt hatte und diese noch nicht durch die gummiartige Materie verstopft waren, wie nach dem Blattfall, so konnten die gelösten Reservestoffe ihren Weg durch die Gefäßbündel nehmen, wie sie das im Frühling tun, um die jungen Knospen zu ernähren. So erklärt sich der Umstand, daß das Zellgewebe im Blattstiel noch osmotischen Vorgängen stattgibt und doch nicht mehr imstande ist, eine Trennungsschicht auszuscheiden.

Was hatte der Frost für Einfluß auf das Protoplasma? Unter dem Spektroskop sah ich, daß trotz der andauernden grünen Färbung viel Xanthophyll vorhanden war. Denn die Absorptionsstreifen zwischen orangegelb und indigo fehlten. Anderseits blieb die Protoplasmalösung in Alkohol bei Benzinbehandlung schwach grün, statt sich in Cyanophyll und Xanthophyll zu spalten. In unserm Roßkastanienblatt ist das Chlorophyll durch den Frost nur unvollständig zersetzt worden und zugleich gegen weitere Umbildung widerstandsfähig geworden. Diese Widerstandskraft mag auch beim Chlorophyll gewisser Moose vorhanden sein, welche seit Jahrhunderten in Torf[1] eingeschlossen waren. Ähnliches wird auch bei Blättern im Spiel sein, welche W. Thompson und E. Schunke[2] gefunden haben und die nachweislich seit Jahrhunderten unter einer 7 m dicken Schlammschicht lagen.

In beiden Fällen erhielt sich das Chlorophyll, weil die Blätter unter Luft- und Lichtabschluß waren. Unsere Blätter aber waren beiden Einwirkungen unterworfen. Die Widerstandsfähigkeit ihres Chlorophylls ist um so bemerkenswerter. Freilich erhielt sich das Chlorophyllgrün nur auf der Blattoberseite, wo das Zusammenrollen des Blattes die direkte Lichtwirkung verhinderte. Die Blattunterseite, wo Luft, Licht und Feuchtigkeit ungehindert wirkten, wies schon vor dem 20. November eine Braunfärbung auf.

* * *

Es dürfte die Leser dieser Zeitschrift interessieren, noch einiges über die biologische Bedeutung des Laubabfalles zu vernehmen. Diese Erscheinung findet unter sehr verschiedenen Umständen statt. J. Wiesner, seit mehr als 40 Jahren mit einschlägigen Beobachtungen beschäftigt,

[1] Siehe Früh & Schröter: Die Moore der Schweiz. Bern, 1904.
[2] Memoirs of the Manchester Society II, 1891, p. 216—233.

unterscheidet Sommerlaubfall, Hitzelaubfall, Trieblaubfall, Herbstlaubfall und Frostlaubfall je nach den Ursachen. Diese Ursachen können liegen in ungenügendem Lichtzutritt innen in den Baumkronen, in Hitze und Trocknis, welche das Gleichgewicht zwischen Wasseraufnahme im Wurzelwerk und Verdunstung in den Blättern stören; die Ursachen können im Ausbruch von schlafenden Knospen, welche an der Basis von Blättern sind, oder in dem Nachlassen von Transpiration und Atmung zu suchen sein, wie das im Herbst oder bei Frühfrost bemerkt wird.

In allen diesen Fällen, denjenigen des Frühfrostes ausgenommen, ist der Blattabfall eine natürliche Reaktion gegen äußere Verhältnisse und für das Fortleben der Pflanzen von Vorteil.

1. Das fallende Laub führt dem Boden mineralische Bestandteile wieder zu, die es ihm entzogen hatte, und bereichert ihn mit Kohlenstoff, den es als Kohlensäure aus der Luft aufgenommen hatte. Gewöhnlich gibt das Blatt das Stärkemehl vor dem Fall an die Zweige ab und enthält dann neben Zell- und Faserstoff noch organische Substanzen. Diese bereichern den Boden mit Stickstoff, der aus der Luft stammt, wenn sie unter dem Einfluß von Bakterien verwesen.

2. Außerdem gewinnt das Falllaub, indem es Humus bildet, Einfluß auf die physikalische Bodenbeschaffenheit, was für die Vegetation von großer Bedeutung ist. Endlich schützt die Laubdecke den Boden gegen Wärmeausstrahlung und Frosteintritt.

3. Nicht nur Boden und Wurzelwerk, sondern auch die oberirdischen Pflanzenteile ziehen aus dem Blattabfall Nutzen. Im Vorfrühling kann die Sonne im nackten Astwerk ohne Hindernis zu allen Knospen dringen und ihre Entwicklung fördern. Wie wichtig das ist, geht aus dem Umstand hervor, daß bei den wintergrünen Gewächsen die Knospen an der Peripherie der Krone und nur bei den sommergrünen Bäumen auch im Innern derselben zu finden sind.

Photometrische Aufnahmen von J. Wiesner haben festgestellt, daß nur $^1/_{60}$ des Lichtes bis ins Kroneninnere einer großen Buche, die belaubt ist, dringt. Ist diese entlaubt, so steigt das Verhältnis auf $^1/_3$.

Entlaubte Bäume leiden weniger von Wind und Schnee, als belaubte.

Außer dem, was hier erwähnt ist, gibt es wohl noch andere biologische Gründe für den Laubabfall. Die Leser mögen darnach forschen.

Zürich, im November 1908.

Die Witterung des Jahres 1908 in der Schweiz.

Von Dr. R. Billwiller, Assistent der schweiz. meteorologischen Zentralanstalt.

(Schluß.)

Der November war im Mittellande zu kalt, dabei trocken und trübe. Das Wärmedefizit beträgt ca. $1^1/_2$ Grade. Da die Niederschläge schon im Oktober minim gewesen waren und auch im November bis zum Schluß der zweiten Dekade beinahe ganz ausblieben, so stellte sich Wassermangel ein, der für manche Elektrizitätswerke recht fühlbar wurde; die in der zweiten Monatshälfte gefallenen Niederschlagsmengen erreichten dann annähernd die normalen Monatssummen. Entsprechend einer starken Bewölkung blieb die Dauer des registrierten Sonnenscheins unter der normalen; erreicht oder übertroffen wurde letztere auf den Höhenstationen, jenseits des Jura (Basel), sowie am Alpensüdfuß. — Das im letzten Drittel des Oktober eingetretene, im Mittellande sehr trübe Hochnebelwetter hielt in der ersten Dekade November an; dabei wurde es vom 7. an bei auffrischender nordöstlicher Luftströmung beträchtlich kühler; in der Nacht vom 8./9. fiel namentlich in der Westschweiz Schnee. In der zweiten Dekade war die Witterung zunächst veränderlich bewölkt, vom 15. an in den Niederungen wieder trüb; die Temperatur hielt sich wieder mehr in der Nähe der normalen. Am Abend des 19. endlich fiel der ersehnte Regen und es blieb in den nächsten Tagen regnerisch mit zeitweise frischen Westwinden; die größten Niederschlagsmengen fielen am 22.; am 23. zeigten sich in der Zentralschweiz vereinzelte Gewittererscheinungen. In der Folge stellte sich in den Niederungen trübes und gegen Monatsschluß kälteres, auf den Höhen heiteres und relativ warmes Wetter ein. Vom 27. an lag im Mittelland die Nebelschicht direkt dem Boden auf.

Der Dezember zeigte bis gegen den Schluß wenig winterlichen Charakter. Die Temperaturmittel sind angenähert die normalen oder liegen nur wenig darüber. Die Niederschläge erreichten die durchschnittlichen nicht; sie fielen zwar auch im Mittellande hie und da in der Form von Schnee, der aber erst am Schlusse des Monats liegen blieb. Bewölkung und Sonnenscheindauer entsprechen dem langjährigen Durchschnitt; Montreux und Davos verzeichnen ein Plus an Sonnenschein. —