

08  
v. 57

# ÖSTERREICHISCHE BOTANISCHE ZEITSCHRIFT.

Herausgegeben und redigirt von Dr. Richard R. v. Wettstein,  
Professor an der k. k. Universität in Wien.

Verlag von Carl Gerold's Sohn in Wien.

LI. Jahrgang, N<sup>o</sup>. 1.

Wien, Jänner 1901.

## Einige Bemerkungen über Anthokyanbildung.

Dr. Ludwig Linsbauer (Pola).

Es ist eine schon seit längerer Zeit bekannte und mehrfach beobachtete, aber wenig beachtete Thatsache, dass manche Pflanzen nach gewissen mechanischen Verletzungen einen rothen Farbstoff im Zellsafte ausbilden, der in seinen Reactionen mit denjenigen Pigmenten übereinstimmt, welche man mit dem Namen Anthokyan bezeichnet. Auch ich hatte Gelegenheit, diese Erscheinung heuer zu untersuchen und einige diesbezügliche Versuche anzustellen. Beim nachträglichen Studium der einschlägigen Literatur, die mir allerdings nur zum Theile zugänglich war, und deren Angaben mit meinen Ergebnissen zum grössten Theile übereinstimmten, fand ich noch diverse Mittheilungen von Interesse, die mich veranlassten, das genannte Phänomen in seinen Beziehungen zu verschiedenen Factoren zu untersuchen, um womöglich einen Gesichtspunkt zu gewinnen, von dem aus der Process der Anthokyanbildung wenigstens für eine Reihe von Fällen einer einheitlichen Erklärung zugeführt werden könnte.

Die erste Angabe darüber, dass von den mechanisch verletzten Stellen mancher Pflanzenblätter herbstliche Röthung ausgeht, finde ich in der mir momentan zu Gebote stehenden Literatur bei Wiesner (1871), nachdem von Colladon (1868) ein Fall von Rothfärbung an vom Blitze getroffenen Reben berichtet worden war. Seither wurden ähnliche Beobachtungen wiederholt gemacht.

Die dabei wahrzunehmenden Verletzungsgrade sind von verschiedener Intensität und finden sich an den Internodien, den Blattstielen und den Blattnerven vor. Ich fand als wirksam zur Erzielung von Rothfärbung: Abschürfung der Rinde, scharfes Umbiegen, Einschnüren, Einrisse. Durchtrennung der Gewebe, bis nur mehr ein schmaler Gewebestreif als Brücke zwischen den unverletzten Partien übrig bleibt, endlich Quetschungen.

Der Ursachen, die derartige Verletzungen herbeiführen können, gibt es viele. Vorbeistreifende Thiere und Menschen, Thierfrass an

bestimmten Stellen. Wind, Hagel und Blitzschläge können solche Verwundungen erzeugen.

Das Aussehen von Sprossen, die sich nach mechanischer Schädigung (roth) verfärben, ist auffallend genug. Es folgen nämlich an einem derart verletzten Zweige mehr oder weniger, aber stets deutlich geröthete Blätter ganz unvermittelt auf grüne. Die scharfe Grenze zwischen beiden Farben wird von der Wundstelle gebildet, oberhalb welcher, d. h. der Zweigspitze zu gekehrt, Anthokyanbildung auftritt, während die gegen die Zweigbasis befindlichen Blätter grün sind. Dieser Gegensatz äussert sich ferner in der Färbung des Blattstieles und der Rinde des Stengels in genau derselben Weise, wie ich an *Cornus sanguinea* beobachten konnte. Nach einer Angabe Ráthay's zeigte sich an den Knospen von *Syringa vulgaris* ebenfalls diese scharfe Trennung durch die Verletzungsstelle. Sogar späterhin, wenn auch die unteren Blätter in Folge normaler Herbstverfärbung sich röthen, bleibt noch lange ein deutlicher Unterschied zwischen den oberhalb und den unterhalb der Wunde befindlichen Partien in der Intensität der Röthung bestehen.

Der Beginn der Rothfärbung äussert sich häufig in der Ausbildung rother Flecken, die sich allmählich über die ganze Blattfläche ausbreiten. Am ehesten werden die älteren Blätter roth, dann der Reihe nach die jüngeren. Für die Rebe wird angegeben, dass das Anthokyan zuerst im Zellsafte der Palissadenzellen und erst später im Schwammparenchym entsteht. Das mag auch für andere Pflanzen zutreffen, aber nur in den Fällen, wo das stärkere Licht die Blattoberseite trifft. Denn stets, wenn in Folge starker Knickung und Ueberneigens der verletzten Sprosse die Blattunterseite der grösseren Lichtstärke ausgesetzt war, konnte ich auf dieser Seite intensive Röthung beobachten; in solchen Fällen bildet sich das Anthokyan u. zw. in beträchtlichem Grade zuerst im Schwammparenchyme.

Die Erscheinung, von der hier die Rede ist, hat man an Bäumen und Sträuchern, aber auch an krautigen Pflanzen beobachtet, obwohl in Folge der geringeren Aufmerksamkeit, die letzteren zu Theil wurde, bisher nur wenige Beispiele von diesen bekannt geworden sind. Ich selbst habe zu den paar bereits bekannten Fällen in kürzester Zeit fünf neue Belege hinzufügen können, so dass die Liste der hieher gehörigen krautigen Pflanzen bei einiger Aufmerksamkeit sich bald beträchtlich wird vermehren lassen.

Von einheimischen oder bei uns häufiger gepflanzten Bäumen und Sträuchern nenne ich folgende, theils von anderer Seite, theils von mir beobachtete:

*Cobaea scandens*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus oxyacantha*, *Econymus verrucosus*, *Köhlreuteria paniculata*, *Philadelphus sanguinolentus*, *Pirus communis*, *Prunus Cerasus* (?), *Prun. spinosa*, *Rosa pimpinellifolia*, *Syringa vulgaris*, *Vaccinium Myrtillus*.

*Viburnum Lantana*, *Vib. Opulus*, *Vitis silvestris*, *Vit. vinifera* (und die amerikanischen Reben in bestimmten Sorten).

Von einheimischen Kräutern werden angegeben: *Geranium sanguineum* und *Sonchus oleraceus*. Ich füge nach eigener Beobachtung folgende Pflanzen bei: *Centaurea Scabiosa*, *Chrysanthemum* sp. (cultivirt), *Daucus Carota*, *Medicago sativa*, *Serratula tinctoria*.

Ferner sind zu erwähnen: *Hydrangea hortensis*, *Panicum variegatum* und *Peireskia aculeata*.

Es ist aufgefallen und von mehreren Seiten hervorgehoben worden, dass Rothfärbung bei Verletzung an solchen Pflanzen (Holzgewächsen) zu beobachten sei, die auch bei der herbstlichen Verfärbung diesen Farbenton annehmen. In der That ist das bei denjenigen Pflanzen, die man dabei gerade im Auge hatte, der Fall. Speciell für die Blätter der Weinrebe gibt Ráthay ein solches Verhalten an. Eine weitere Bestätigung mag darin gefunden werden, dass, wie ich beobachtete, wiederholt geknickte oder sonstwie verletzte Zweige von gewissen Bäumen und Sträuchern zu finden sind, welche zur Zeit der Beobachtung ebensowenig Rothfärbung zeigten, als später bei der herbstlichen Laubverfärbung, bei der sie normal nur braun oder gelb werden.

Indessen ist die Anthokyanbildung nach Verletzungen nicht ausschliesslich blos solchen Blättern eigen, welche, wie ihre herbstliche Röthung beweist, die Fähigkeit und Veranlagung zur Erzeugung rothgefärbten Zellsaftes besitzen. Schon Wiesner weist auf eine Ausnahme hin, auf die *Köhlreuteria paniculata*, welche auch in unserer Aufzählung genannt wird, und die sich normalerweise im Herbste gelb färbt. Dass aber Pflanzen ausnahmsweise Anthokyan ausbilden können, wenn sie es auch für gewöhnlich und im Herbste nicht thun, konnte ich an zahlreichen Exemplaren von *Ulmus campestris* var. *suberosa* sehen; ich fand hier sehr häufig Zweige mit unvermittelter Aufeinanderfolge grüner und rother Blätter (anscheinend ganz ohne äusserlich sichtbare Ursache), während unmittelbar daneben befindliche Sprosse desselben oder eines benachbarten Strauches die gewöhnliche Gelbfärbung des Herbstes zeigten. Der Vollständigkeit der hier zu besprechenden Eventualitäten halber sei hier kurz auf eine Bemerkung Overton's hingewiesen, demzufolge auch bei Pflanzen, die im Herbste natürlich roth werden, künstliche Anthokyanbildung nur dann zu gelingen scheint, wenn die Rothfärbung sich im Mesophyll bildet, nicht aber dann, wenn sie in der Epidermis auftritt.

Wir haben also folgende Combinationen: 1. Blätter, welche sich im Herbste normal roth verfärben, werden bei mechanischen Verletzungen entweder ebenfalls roth oder auch nicht. 2. Von den Blättern, die sich herbstlich anders färben, als roth, werden die einen trotzdem roth, die anderen nehmen ihre gewöhnliche Herbstfarbe an, wenn sie verletzt werden.

Es ist also nicht immer nothwendig, dass schon a priori eine gewisse „Disposition“ zur Entstehung rothen Zellsaftes in der Pflanze

gegeben ist, es ist nur nöthig, die Herbeiführung, bezw. das Zusammentreffen mehrerer bestimmter Umstände, um auch „ausnahmsweise“ Anthokyanbildung hervorzurufen. Erstere Annahme darf schon deshalb nicht auf alle Fälle ausgedehnt werden, da nicht nachgewiesen ist, dass das Anthokyan jederzeit und überall derselben Ursache seine Entstehung verdankt.

Was die Jahreszeit anlangt, in welcher abnormerweise durch natürliche oder künstliche Verletzung Rothfärbung des Zellsaftes entsteht, so geht aus den von Ráthay mitgetheilten Berichten über Blitzschläge, sowie aus meinen und aus fremden Beobachtungen und Versuchen hervor, dass man solche frühzeitige Anthokyanbildung von August ab constatirt hat. Ob sie auch früher auftreten kann, ist derzeit mit Bestimmtheit weder zu bejahen, noch zu verneinen. Indess schliesse ich mich mit Beziehung auf einen von mir beobachteten Fall der Meinung Ráthay's an, dass vor dem Hochsommer und Herbstanfang keine derartige Erscheinung auftreten dürfte, da man sonst ein so auffallendes Phänomen, wie das ganz unvermittelte Aufeinanderfolgen rother und grüner Blätter, im Sommer schon längst hätte beobachten müssen.<sup>1)</sup>

Dieses Hinausschieben der Erscheinung gegen den Herbst zu weist aber darauf hin, dass erst um diese Zeit im Stoffwechsel der betreffenden Pflanzen solche Veränderungen eintreten, die zur Anthokyanbildung führen können. In diesem Sinne liesse sich dann allerdings von einer gewissen Disposition sprechen; dieselbe wäre aber dann eine temporäre und periodische, welche auf äussere Factoren zurückzuführen wäre. Wir hätten es also wenigstens nicht immer mit einer phylogenetisch erworbenen und hereditär befestigten Veranlagung zu thun, sondern es ist die Annahme gestattet, dass (zunächst die herbstliche) Rothfärbung mindestens der Hauptsache nach durch das Zusammenwirken bestimmter Umstände in der Ontogenese hervorgerufen wird, indem periodisch wiederkehrende Factoren einen Gesammtzustand in den Lebensprocessen erzeugen, der zur Anthokyanbildung führt. Dieser Gesammtzustand ist aber normal nur im Herbste vorhanden. Sehr gut stimmt zu dieser Darlegung eine auf den ersten Blick widersprechende Angabe Overton's, welcher unabhängig von der Jahreszeit Rothfärbung hervorrufen konnte. Denn gerade durch diese künstliche und zeitlich ganz abnorme Verfärbung zeigt sich so recht deutlich der ausserordentliche Einfluss äusserer Factoren. Dass aber bei gewissen Pflanzen auch eine erblich fixirte Disposition mitwirken kann, könnte unter Anderem wohl auch aus den Angaben Ráthay's vermuthet werden, wonach nur gewisse Rebensorten, die sich im Herbste roth verfärben, Anthokyan auch vorzeitig ausbilden können.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Anmerkungsweise will ich bemerken, dass ich die Verfärbung der von mir beobachteten Krautartigen in der Zeit von September bis December wahrnahm, allerdings früher darauf nicht geachtet hatte.

<sup>2)</sup> Ich brauche wohl nicht besonders zu betonen, dass diese Erörterungen nur für jene Fälle von Anthokyanbildung Geltung haben können, für die man dieselbe Entstehungsweise anzunehmen berechtigt ist.

Ich stellte diverse Versuche an, um künstlich Anthokyanbildung hervorzurufen, indem ich Verletzungen verschiedenen Grades ausführte. Besonders wichtig schienen mir Ringelungsversuche zu sein. Die genannten Experimente führte ich an frei exponirten Sträuchern von *Cornus sanguinea* aus, deren auf 3 cm Länge geringelte Wundstelle mit einer mehrfachen Lage von Wachstuch umhüllt wurde, dessen Ränder, mit Baumwachs überstrichen, an Zweige fest haften. Bei den geringelten Zweigen, sowie bei geknickten Sprossen trat höchst deutlich die Eingangs beschriebene Verfärbung über der Wundstelle auf, u. zw. schon nach einer Woche. Dieser Termin ist wohl der kürzeste Zeitraum, der als ausreichend zur Anthokyanbildung nach Verletzungen bisher festgestellt worden ist, muss aber noch keineswegs die unterste Grenze für die nöthige Einwirkungsdauer gewesen sein.<sup>1)</sup>

Ich will an dieser Stelle erwähnen, dass die roth gewordenen Blätter viel früher abfielen als die grünen, u. zw. folgten sie dabei der Reihenfolge des Rothwerdens, so dass die jüngsten Blätter am längsten am Zweige blieben. Es hängt dies wohl damit zusammen, dass die rothen Blätter viel weniger transpiriren als die grünen und bekanntlich (Wiesner) Hemmung der Transpiration Laubfall hervorruft. Diese Herabsetzung der Transpiration, die Ráthay für Rebenblätter angibt (l. c. S. 11), habe auch ich, u. zw. an *Cornus sanguinea* beobachten können.

Fassen wir die Fälle in's Auge, bei welchen die mechanische Verletzung das Internodium betroffen hat, so geht aus einer vergleichenden Betrachtung hervor, dass stets die Rinde des betreffenden Zweiges mehr oder minder starke Beschädigungen erlitten hat. Die Ringelungsversuche, wie z. B. ich sie mit sehr gutem Erfolge an *Cornus sanguinea* ausführen konnte, ergeben ferner, dass die Verletzung der Rinde auch vollständig hinreichend ist, um künstlich den Spross zu vorzeitiger Anthokyanbildung zu veranlassen.

Ich halte diese Ringelungsversuche, wie sie früher schon Ráthay an *Vitis* anstellte, für entscheidend in der Frage nach der näheren Ursache der Anthokyanbildung.

Bekanntlich wandern in den Elementen der Rinde verschiedene Stoffe, welche durch Ringelung der Rinde in ihrer Wanderung mehr oder weniger aufgehalten werden müssen.

Da nun die Ringelungsversuche und die Beobachtungen in der Natur gezeigt haben, dass in den Fällen, wo durch mechanische Verletzungen die in der Rinde wandernden Stoffe in der Weiterleitung in bestimmtem Masse gehemmt oder ganz aufgehalten werden, Anthokyanbildung eingeleitet werden kann, so geht daraus hervor, dass diese beiden Prozesse miteinander in Beziehung stehen müssen. Ob die durch Verletzung der Leitungsbahnen der Rinde

<sup>1)</sup> In denjenigen Fällen, wo die Rinde blos ein wenig abgeschürft war, war am 5. October, nach etwa einem Monate, noch immer keine sichtbare Veränderung eingetreten.

bewirkte Anhäufung der Eiweisskörper, der Kohlehydrate, der Gerbstoffe oder irgend eines anderen Stoffes allein schon ausreicht, um chemische Processe zu erzeugen, die zur Anthokyanbildung führen, ist damit zunächst ebenso wenig bewiesen, wie eine andere Möglichkeit, dass nämlich die Verwundung allerdings zwar naturgemäss die Stoffleitung in der Rinde alterirt, ausserdem aber gewisse Zustände auslöst, welche unter Umständen Anthokyanbildung zur Folge haben können. Davon noch später.

Es ist hier der Ort, darauf hinzuweisen, dass genau dieselbe Auffassung zulässig ist, wenn Blätter an intacten Zweigen sich partiell durch Anthokyan röthen, wenn ihre Blattstiele oder die (grösseren) Blattnerven auf eine der früher genannten Weisen mechanisch verletzt werden. Auch in diesen Fällen tritt eben theilweise oder gänzliche Hemmung in der Leitung gewisser Stoffe ein. u. zw. handelt es sich dabei nicht direct um die Schädigung der Wasserleitungsbahnen und die damit verbundene Herabsetzung der Wasserzufuhr, wie aus folgenden Erörterungen hervorgeht.<sup>1)</sup>

Für's Erste spricht gegen einen directen Zusammenhang der Anthokyanbildung mit dem Transpirationsstrom die Ausfall der Ringelungsversuche, da dabei der Holzkörper unverletzt bleibt und die über dem Ringelschnitte stehenden Blätter, wie ich bei meinen Versuchen beobachtet habe, völlig ebenso frisch aussahen, wie die grünen Blätter unterhalb der genannten Stelle. Wie ferner aus einer Analyse Ráthay's hervorgeht, unterscheiden sich (wenigstens bei *Vitis*) die Theile über und unter der verletzten Stelle in ihrem Wassergehalte fast gar nicht von einander. Es lassen sich ferner die hier zu behandelnden Erscheinungen ohne directe Wirkung der Wasserleitungsverhältnisse verstehen. Dass letztere gar keinen Einfluss ausüben, ist damit nicht behauptet.

Die Thatsache, dass bisweilen die rothen Blätter oberhalb der Wunde mehr oder minder welk aussehen (was schon Molisch angibt) und, wie ich hinzufügen kann, nach einiger Zeit trocken werden können, hat ihren Grund darin, dass in solchen Fällen eben die Wasserleitungsbahnen verletzt sind. Das trifft sowohl für die Pflanzen zu, welche Molisch in der Natur beobachtete, als auch für diejenigen seiner Versuchspflanzen, bei denen er entweder die Hauptnerven der Blätter in der Mitte durchschnitt, oder deren Zweige er durch einen queren, etwa bis zu zwei Drittel ihres Holzkörpers eindringenden Schnitt einseitig verletzte. In jenen Fällen aber, wo das Xylem intact bleibt, ist das Welken nicht zu beobachten.

Jedenfalls ist der Gedanke an die erste der beiden früher genannten Möglichkeiten zunächst der näher liegende. Wir gelangen also zu folgender Annahme: Durch mechanische Verletzungen bestimmter Art kann eine Störung in der Leitung derjenigen Stoffe

<sup>1)</sup> Weiter unten folgen einige Angaben, welche die hier gegebene Darstellung ergänzen.

eintreten, welche in der Rinde, bezw. im Phloömtheile des Gefäßbündels oder in den leitenden Elementen des Nervenparenchyms wandern.

Ist diese Annahme richtig, dann kommt man consequenterweise zur Vermuthung, dass überhaupt alle Umstände, welche gleichfalls eine Schädigung der genannten Leitungsbahnen, respective eine mehr oder weniger weitgehende Störung in der Stoffleitung im Gefolge haben, unter Umständen zur Anthokyanbildung Anlass geben können. Von diesem Gesichtspunkte aus sollen nun folgende Fälle in's Auge gefasst werden.

Höchst wichtige Versuche zur künstlichen Hervorrufung von Anthokyan verdanken wir Overton.<sup>1)</sup> Er constatirte, dass verschiedene Pflanzen, in Zuckerlösungen eingestellt oder eingelegt, nach einiger Zeit rothen Zellsaft (Anthokyan) ausbildeten, während isosmotische Lösungen anderer Stoffe diese Wirkungen nicht hatten. Overton drückt diese Thatsache folgendermassen aus: Bei vielen Pflanzen steht die Rothfärbung des Zellsaftes in enger Beziehung zum Zuckerreichthume.

Ich sehe in dem Ergebnisse dieser Versuche eine Bestätigung des durch die Ringelungsversuche erhaltenen Resultates, insoferne nach meiner Meinung die abnorme Anhäufung von Zucker in bestimmten oder in allen Stengelquerschnitten in Overton's Versuchen nichts Anderes bedeutet, als eine Beeinflussung der Leitungsbahnen für organische Stoffe in schädigender Weise, ähnlich wie sie auch durch mechanischen Eingriff erfolgen kann. Die Stoffleitung ist jedenfalls ganz abnormal in einem solchen Falle; Production und Stoffleitung stehen in einem ganz ungewöhnlichen Missverhältnisse zu einander. Overton hat bezüglich des Temperatureinflusses constatirt, dass niedrige Temperaturen die Rothfärbung begünstigen. Es kann das in dem Sinne ausgelegt werden, dass bei sinkender Temperatur eben die Stoffleitung herabgesetzt wird, wodurch natürlich (nach dem Gesagten) die Röthung thatsächlich begünstigt würde.

Molisch kam auf den Gedanken, dass vielleicht verringerte Wasserzufuhr (ohne mechanische Verletzung) Rothfärbung erzeugen könnte, da seine Verletzungsversuche am besten ausfielen, wenn die später roth werdenden Blätter welk waren. Wirklich hatte schwaches Begiessen den erwarteten Erfolg.<sup>2)</sup> Jedoch muss derselbe nicht der mangelhaften Wasserzufuhr als solchen zugeschrieben werden, vielmehr ist, in Uebereinstimmung mit dem bisher Gesagten, die Deutung gestattet, dass durch die gehemmte Wasserzufuhr auch die Wanderung der organischen Stoffe in den nicht mehr im gewöhnlichen und ausreichenden Grade imbibirten Geweben verzögert oder ganz unterdrückt wird. Es ist auch zu beachten,

<sup>1)</sup> Er experimentirte mit *Lilium Martagon*, *Hex aquifolium* und *Hydrocharis*.

<sup>2)</sup> Molisch' Versuchspflanzen waren: *Peireskia aculeata*, *Tradescantia zebrina*, *Panicum variegatum* und *Fuchsia* sp. Ich konnte dasselbe an einem abgeschnittenen und trocken gehaltenen Zweige von *Myrtus Italica* sehen.

dass in den Ringelungsversuchen der Wasserstrom nicht unterbrochen war. Nach Obigem ist es ferner sehr erklärlich, warum in den Versuchen Molisch's Anthokyan auftrat, wenn er den Zweig bis auf zwei Drittel des Querdurchmessers einschneid, da ja dadurch eben, wie gesagt, auch die Rinde verletzt wurde.

Molisch verdanken wir einige weitere, hochinteressante Angaben. Er fand, dass junge Pflänzchen von *Perilla nankinensis* und *Iresine Lindeni* in stickstofffreier Nährlösung auffallend röther wurden als in stickstoffhaltiger. Ob da dem Stickstoffe eine spezifische Bedeutung zukommt oder nur der Umstand massgebend ist, dass im ersten Falle die ungewöhnliche Zusammensetzung der Nährstofflösung auch eine Störung der Stoffleitung bewirkt, muss dahingestellt bleiben. Jedoch könnte man die letztere Erklärung heranziehen, um es plausibel zu machen, dass (nach Molisch) die Anthokyanbildung in jungen Keimlingen von Mais in den Wurzeln und im Stengel in dem Falle gefördert erscheint, wenn sie statt in Brunnenwasser in destillirtem Wasser befinden. Hieher gehört auch die Thatsache, die Overton berichtet, dass nämlich bei geringerem Gehalte an Nährsalzen die Rothfärbung viel leichter eintritt. Dazu muss jedoch Folgendes bemerkt werden:

Da im Allgemeinen Concentration der Nährsalze hemmend auf die Wasserverdunstung einwirkt, also den Transpirationsstrom herabsetzt, so wäre gerade im Gegentheile zu erwarten, dass in Lösungen mit schwächerem Salzgehalte die Rothfärbung keine Förderung erfährt. Wenn Letzteres dennoch der Fall ist, so weist das darauf hin, dass wir die Ursache der Anthokyanbildung in diesem Falle nicht einfach in einer Hemmung des Transpirationsstromes und dadurch herabgesetzter Leitungsfähigkeit für organische Substanzen, sondern in einer anderen Richtung zu suchen haben. Möglicherweise kommt es nämlich auf eine ganz spezifische Wirkung des einen oder des anderen Nährstoffes (oder mehrerer derselben) an. Jedoch fehlen hierüber weitere Versuche, die vielleicht über die Bildungsgeschichte des Anthokyans wesentliche Aufschlüsse zu geben im Stande wären.

Gerade so, wie einige Fälle bekannt geworden sind, in denen der Process der Chlorophyllbildung, in der Regel an eine bestimmte Lichtstärke gebunden, auch im Dunkeln vor sich geht, so wird auch angegeben, dass in gewissen Ausnahmefällen das Anthokyan sich unabhängig vom Lichte bilden kann,<sup>1)</sup> während sonst bekanntlich im Schatten die Rothfärbung nicht oder wenigstens später und weniger intensiv als im Lichte auftritt. Es gehört für gewöhnlich eine Lichtintensität von bestimmter Höhe dazu, braucht aber keineswegs sehr starkes oder gar directes Licht zu sein. Es genügt häufig diffuses Licht von mässiger Stärke, besonders gegen den Herbst zu. Doch wirkt intensiveres Licht stärker als schwächeres.

<sup>1)</sup> Derartige Fälle bei Laurent und Ráthay (l. c. S. 6), welcher diese Unabhängigkeit vom Lichte für den Farbstoff der blauen Weinbeere angibt.

Ob man für beide Extreme dieselbe Endursache annehmen darf, bleibt zweifelhaft.

Es fällt schwer, die fördernde Wirkung des Lichtes auf die Anthokyanbildung vom Gesichtspunkte einer directen Hemmung der Stoffleitung zu erklären. Hingegen hätte die Annahme etwas für sich, dass die im Lichte geförderte Assimilation unter Umständen das normale Verhältniss zwischen Menge der Assimilationsproducte und Menge der wandernden Stoffe zu verschieben, deren Gleichgewicht zu stören im Stande sei. Ob hiemit schon der ganze Einfluss des Lichtes erschöpft und erklärt wäre, ist allerdings fraglich.

Ob, beziehungsweise in welchem Verhältnisse die Anthokyanbildung zur Assimilation steht, ist noch genauer zu untersuchen. Es werden Fälle angeführt, welche theils für, theils gegen eine Beziehung des Chlorophylls zum genannten Prozesse sprechen. (Vergl. Ráthay, S. 5 und 6.)

Molisch hat durch seine Welkungsversuche gefunden, dass mangelhafte Wasserzufuhr Rothfärbung hervorruft. Wir haben, namentlich mit Rücksicht auf den Ausfall der Ringelungsversuche, jedoch den Schluss gezogen, dass der Wassermangel nicht direct, sondern erst mittelbar mit der Anthokyanbildung im Zusammenhange steht, nämlich Störungen in der Stoffleitung verursachend. Molisch stellt vermuthungsweise auch die Möglichkeit auf, der Wassermangel rufe Assimilationsstörungen hervor, welche ihrerseits zur Rothfärbung führten. Diese Möglichkeit ist nicht von Vornherein abzuweisen, doch darf sie auch nicht ohneweiters verallgemeinert werden. Denn speciell in meinen Ringelungsversuchen sind die sich röthenden Blätter nicht welk gewesen, und wenn sie auch in der Folge weniger transpirirten als grüne Blätter, so verfügten sie doch über eine genügende Wassermenge, die (nach Analysen Ráthay's) hinter der der grünen Blätter nicht zurückbleibt. Es ist also nicht recht einzusehen, weshalb in diesem Falle die Assimilation hätte (unmittelbar) gestört sein sollen.

Overton hat in seiner Arbeit über eine günstige Einwirkung von Lösungen von Aethyl- und Amylalkohol, Aceton und Aethyläther auf die Rothfärbung (bei *Lilium Martagon*) berichtet. Die dabei angewandte Concentration gibt er als hinreichend gross an, so dass dadurch die direct in die Lösung gebrachten Pflanzen narkotisirt werden konnten. Diese Versuche führten ihn dazu, die Deutung zu versuchen, dass durch die oben genannten Lösungen in Folge Narkose oder noch tiefer greifender Schädigung der Zellen die Ableitung der Assimilationsproducte aus den Blättern stark verzögert oder ganz aufgehoben werde; eine willkommene Uebereinstimmung mit meiner Anschauung.

Es erübrigt noch, kurz die Erscheinungen der normalen Herbst-röthung in's Auge zu fassen.

Wir finden zwischen dem Vorgange der Verfärbung nach mechanischen Verletzungen und dem Prozesse der herbstlichen Anthokyanbildung auffallende Aehnlichkeiten im äusseren Aussehen,

in der Reihenfolge des Sichverfärbens, in der Abhängigkeit von äusseren Umständen, speciell vom Lichte, zum Theile auch in der chemischen Zusammensetzung, wie im Besonderen Ráthay bezüglich Säure- und Wassergehalt an Rebenblättern gezeigt hat.

Diese Thatsachen gestatten uns auch, in beiden Fällen im Wesentlichen gleiche Ursachen als wirksam anzunehmen. Wir haben bei Verletzungen mechanischer Art die Rothfärbung zurückgeführt auf eine Herabsetzung der Leitungsfähigkeit für gewisse Stoffe, oder auf die Ausbildung eines ungewöhnlichen, d. h. eines Missverhältnisses zwischen Assimilation und Stoffleitung. Jedoch wird dasselbe bei den hohen Spätsommertemperaturen eben nur durch das gewaltsame Mittel der Verwundung herbeigeführt. Darum müssen im Herbste, bei verminderten Wärmeverhältnissen, natürliche Mittel vorhanden sein, welche im Grossen und Ganzen dieselbe Störung bewirken.

Es liegt nahe, an die geänderten Temperaturverhältnisse selbst zu denken. Niedrige Temperaturgrade haben nach Overton's zu allen Jahreszeiten gelungenen Versuchen die Anthokyanbildung günstig beeinflusst, so dass dieselbe Einwirkung auch bei der natürlichen Herbstfärbung anzunehmen gestattet ist. Jedoch werden die Wärmeverhältnisse für die laubabwerfenden sommergrünen Holzgewächse unserer Flora nicht von derselben Bedeutung sein wie für die winterliche Röthung der Immergrünen. Das Wesentliche an der Wirkung verringerter Temperaturen dürfte wohl in der dadurch bedingten Verlangsamung des Stoffwechsels im Sinne der bisherigen Darstellung zu suchen sein, welche es uns somit gestattet hat, eine Reihe von Fällen von Anthokyanbildung von einem einheitlichen Gesichtspunkte aus zu betrachten und auch für den normalen Process der herbstlichen Rothfärbung einen damit im Einklange stehenden Erklärungsversuch anzudeuten

### Literatur.

- Colladon in Mémoires de la société de physique et histoire naturelle de Genève, t. XXI.
- Laurent in Comptes rendus de la Société botan. de Belgique 1890.
- Molisch, Blattgrün und Blumenblau. [Schriften des Ver. zur Verbreitung naturwiss. Kenntnisse, Wien 1889/90, XXX.]
- Overton, Beobachtungen und Versuche über das Auftreten von rothem Zellsaft bei den Pflanzen. [Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik, Bd. XXXIII, H. 2.] — Hier auch Literaturübersicht.
- Ráthay, Ueber eine merkwürdige, durch den Blitz an *Vitis vinifera* hervorgerufene Erscheinung. [Denkschriften der math.-naturwiss. Classe der kais. Akad. der Wissensch. in Wien, LVIII, 1891.]
- Wiesner, Untersuchungen über die herbstliche Entlaubung der Holzgewächse. [Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch. in Wien, LXIV, 1871.]

# 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: 1901

Band/Volume: [051](#)

Autor(en)/Author(s): Linsbauer Ludwig

Artikel/Article: [Einige Bemerkungen über Anthokyanbildung. 1-10](#)