

Forst-, ökonomische und gärtnerische Botanik:

Hoppe, Rich., Der Waldsberg und seine forstbotanischen Seltenheiten. (Irmischia. IV. 1886. No. 7/8. p. 25.)

Paasch, Welche Erfahrungen sind im Regierungsbezirke [Cassel] mit dem Anbau ausländischer Holzarten gemacht worden. (Verhandlungen der XI.—XIII. Versammlung des Hessischen Forstvereins. [Hanau 1886.] p. 321.)

Wissenschaftliche Original-Mittheilungen.

Untersuchungen über den anatomischen Bau bunter Laubblätter, nebst einigen Bemerkungen, betreffend die physiologische Bedeutung der Buntfärbung derselben.

Von

Dr. Carl Hassack.

Hierzu Tafel I.

(Fortsetzung.)

Als Beispiel zur Erläuterung der anatomischen Verhältnisse in gelben Flecken diene hier *Croton pictum* Hook., dessen Blätter zahlreiche rundliche Flecke und Punkte von gelber Farbe aufweisen. Die steifen, lederartigen Blätter besitzen auf der Oberseite eine grosszellige Epidermis mit nach aussen verdickten Wänden und einer fast vollkommen ebenen, glatten Cuticula (Fig. 4); darauf folgt eine einfache Schichte von Pallisadenparenchym, an den grünen Stellen des Blattes reichlich Chlorophyll in Form kleiner Körner enthaltend, ausserdem kleine Stärkekörner, Oeltröpfchen und Krystalldrüsen von oxalsaurem Kalk führend. Die daran schliessende Schichte des Schwammgewebes besteht aus etwas gestreckten Zellen, während die übrigen Lagen aus rundlichen oder polyëdrischen Zellen sich zusammensetzen, und grosse Interstitien und Lacunen aufweisen; der Gehalt an Chlorophyll ist ein geringer in diesem Gewebe. Die Epidermis der Unterseite ist aus kleineren Zellen gebildet, deren Wände auch weniger verdickt sind, als die der Oberseite. Zwischen den gelben und grünen Partien der Blätter lässt sich keine scharfe Grenze beobachten, sondern es findet ein kurzer Uebergang statt; die Chlorophyllkörner sind an solchen Uebergangsstellen weniger scharf abgegrenzt, ihre Umrisse werden verschwommen und die Farbe wird blasser und neigt immer mehr und mehr zu gelb, je näher die betreffenden Zellen der gelben Blattpartie stehen. An den gelben Flecken sind die Zellen aller Gewebe zarter und etwas kleiner als an den grünen Stellen, so dass auch die Dicke des Blattes hier eine geringere ist.

Das Parenchym, sowohl das Pallisaden- als das Schwammgewebe, enthält ein hellgelblich gefärbtes Protoplasma, das besonders in den Pallisadenzellen häufig kugelige, wandständige Ballungen zeigt, die in ihrer Form an die Chlorophyllkörner erinnern, obgleich ihre Conturen nicht so scharf und deutlich erscheinen, als die der letzteren. In dem Protoplasma finden sich äusserst kleine gelbe Körnchen von rundlicher Gestalt, die nur bei starker Vergrösserung gut sichtbar sind; die Grösse dieser körnigen Bildungen ist sehr verschieden, durchgehends sind sie aber unmessbar und zeigen lebhaftere Molecularbewegung; sie sind entweder einzeln oder zu zwei und drei vereinigt. In den tiefer gelegenen Zellpartien treten solche Körnchen in grösserer Menge auf als in dem Pallisadenparenchym, während das Plasma hier fast farblos, nur äusserst schwach gelblich erscheint. An den gelben Flecken der Blätter von *Croton Wendlandii*, die im anatomischen Bau mit unserem Beispiel vollkommen übereinstimmen, beobachtete ich solche zarte, körnige Gebilde noch deutlicher; hier sind röthlich-gelbe Körnchen entweder in dem wandständigen Protoplasma unregelmässig vertheilt, oder sie sind in rundlichen, der Zellwand anliegenden, gehäuften Plasmamassen in besonders grosser Menge enthalten, so dass dieselben als gelbe, den Chlorophyllkörnern ähnliche Klümpchen erscheinen. Jodlösung verändert die Körnchen wenig, sie erscheinen nach der Einwirkung dieses Reagens mehr bräunlich in dem dann gelb gefärbten Protoplasma. Lässt man Alkohol auf ein Präparat einwirken, so verschwindet die Farbe sehr rasch, alles erscheint dann farblos, und die kleinen, früher gelben Körnchen sind zum Theil verschwunden, zum Theil nur mehr schwach sichtbar. Bei Behandlung der Querschnitte mit concentrirter Schwefelsäure oder Salzsäure tritt sogleich eine grüne, oft sogar blaugrüne Färbung des Protoplasmas ein, während die Körnchen zugleich sich rasch lösen und verschwinden; nach einiger Zeit tritt dann allmählich Zerstörung der Gewebe ein, wobei die grüne Farbe wieder verschwindet. Concentrirte Mineralsäuren bewirken somit eine Grünfärbung und Lösung der Farbstoffkörner, die so schnell und gleichzeitig geschieht, dass bei der Einwirkung des Reagenzes sogleich das ganze Plasma gefärbt erscheint. — Nach diesem Verhalten ist mit einiger Sicherheit anzunehmen, dass wir es hier mit demselben Farbstoff, einer der Modificationen des Blattgrüns, zu thun haben, der die herbstliche Gelbfärbung des Laubes bedingt, nämlich mit dem von Berzelius*) als Xanthophyll bezeichneten Farbstoffe, für welchen auch Pringsheim**) diesen Namen beibehalten und mit dem Fremy***) sein Phylloxanthin als identisch erklärt hat. Die Löslichkeitsverhältnisse in Alkohol, Aether und Schwefelkohlenstoff stimmen mit den von Naegeli und Schwendener†) für den Farbstoff der herbstlich gelben

*) Berzelius in *Ann. d. Chem. u. Pharm.* Bd. XXI. p. 257.

**) Pringsheim in *Monatsber. d. k. preuss. Acad. Berlin* 1874. p. 642.

***) Fremy, *Comptes rendus. t. L.* p. 405.

†) Naegeli u. Schwendener, *Das Mikroskop.* p. 499.

Blätter angegebenen vollkommen überein, und es ist auch leicht möglich, durch Einlegen der sorgfältig aus Blättern herausgeschnittenen gelben Stellen in concentrirte Schwefelsäure eine schön smaragdgrüne Färbung derselben hervorzubringen, wie dies Ebermayer *) für die herbstgelben Blätter beschreibt; nach dem sorgfältigen Auswaschen mit Wasser erscheinen die so behandelten Blattstückchen wieder gelblich gefärbt. Leider war es nicht möglich, behufs völliger Sicherstellung der Identität des Farbstoffes mit dem Xanthophyll spectroscopische Untersuchungen anzustellen, da die Herstellung eines reinen Extractes zur Prüfung des Absorptionsspectrums bei der Kleinheit der Flecken nicht ausführbar ist, und endlich auch stets chlorophyllhaltige Zellen vereinzelt in den gelben Blattpartien sich finden, so dass eine scharfe Trennung der beiden Farbstoffe nicht bewerkstelligt werden kann. Nach den Untersuchungen von Pringsheim zeigt die alkoholische Lösung des Xanthophylls nur die Bänder V, VI und VII im Blau des Spectrums, wie sie dem Chlorophyll eigenthümlich sind, doch fehlen die Absorptionstreifen in der ersten Hälfte des Spectrums, so dass der Farbstoff wie das Etiolin und Anthoxanthin als Modification des Blattgrüns anzusehen ist, bei welchem jedoch der Chlorophyllcharakter noch mehr zurücktritt, als bei diesen beiden gelben Farbstoffen. — Das Vorkommen des Farbstoffes, sowie die Anordnung des Protoplasmas in den Zellen der gelben Blattpartien gestattet einen weiteren Schluss auf die Natur desselben, also auf seine Uebereinstimmung mit Xanthophyll, indem beides die gleichen Verhältnisse wie in den herbstlich gelben Blättern aufweist; Haberlandt **) bemerkt von letzteren, dass bei Coniferen das Protoplasma der Pallisadenzellen an gelben Nadeln kernig, zuweilen wolkig erscheint und die stark vergilbten früheren Chlorophyllkörner nur undeutlich conturirt, mitunter vollständig verschmolzen sind, dabei körnigen Inhalt besitzen. — Um mich zu überzeugen, ob hier nicht auch, wie bei den weissen Blättern, ein Luftgehalt der Intercellularräume eine Rolle bei der Färbung spiele, evacuirte ich Blattstücke unter Wasser; die gelbe Farbe wurde jedoch in keiner Weise verändert.

Alle übrigen gelbgefleckten Pflanzen, die ich untersuchte, wiesen dieselben Verhältnisse in Bezug auf die anatomische Ursache der Gelbfärbung auf; so alle gelbpanachirten Arten von Croton, wie *C. majesticum*, *C. Hookeri*, *C. Disraeli*, *C. ovalaefolium*, *C. Boucheanum*, *C. interruptum*, *C. spirale*, *C. aucubaefolium* Veitch.; ferner *Dieffenbachia Bousii*, die nebst den weissen, im vorigen Abschnitt besprochenen Flecken, grosse unregelmässige gelbe Flecken besitzt; diese Pflanze zeigt besonders schön gelbe, den Chlorophyllkörnern ähnliche Plasmaklumpchen mit kleinen gelben Körnchen als Inhalt an den gelben Stellen des Blattes; auch hier ist das

*) Ebermayer, Physiologische Chemie der Pflanzen. p. 558.

**) Haberlandt in Sitzber. d. k. Acad. d. Wiss. Wien. Bd. LXXIII 1876. p. 267.

Gewebe an den Flecken ungleich zarter, mithin auch die Dicke des Blattes eine geringere, als an den grünen Partien.

Die Uebergänge von Grün zu Gelb zeigen die Grenzstellen der Flecken auf den Blättern von *Abutilon Thompsoni* sehr deutlich (Fig. 7); die Form der Chlorophyllkörner wird unregelmässig, das Grün geht allmählich in Gelb über und an den gelben Stellen sind nur undeutlich differenzirte Plasmaklumpchen von gelber Farbe und einem Inhalt aus zahlreichen gelben Körnern. Völlig mit den besprochenen übereinstimmende Verhältnisse weisen die übrigen gelbfleckigen Blätter auf, z. B. *Calathea vittata* (Fig. 6 b), *Evonymus latifolius maculatus aureus*, *Aucuba japonica* Thbg. *maculata*, *Elaeagnus pungens* var. *luteo-marginata*, *Sanchezia nobilis* J. D. Hook., *Smilax mauretanica* varieg., *Ilex Aquifolium* L. *margin. aurea*, *Buxus arborescens aurea* varieg., *Coronilla glauca* varieg., *Phajus maculatus* Ldl., *Schismatoglottis pictura* a N. E. Br. etc.

Schon mehrmals habe ich auf die Eigenthümlichkeit hingewiesen, dass die panachirten Blätter gewöhnlich an den weissen und gelben Stellen eine geringere Dicke, als an den grünen Partien besitzen und die Gewebe viel zarter und aus kleineren Zellen bestehend sind, als an letzteren. Es dürfte vielleicht am Platze sein, hier noch einiges Genauere darüber zu sagen. Bei manchen Pflanzen tritt dies besonders auffallend hervor, z. B. bei *Calathea vittata* (Fig. 6 a, b); unter der Epidermis des Blattes liegt eine Schichte von Wassergewebe, bestehend aus sehr grossen, zartwandigen Zellen, deren Wände kleine Tüpfel zeigen; sowohl an der Oberseite als an der Unterseite ist diese Zellschicht entwickelt, aber diejenige der Oberseite weist einen auffallenden Unterschied in ihrer Mächtigkeit an den grünen und gelben Stellen auf; an ersteren (a) beträgt die Höhe der Zellen mehr als das Doppelte derjenigen der letzteren (Fig. 6 b), zugleich ist auch der Querdurchmesser an jenen bedeutend grösser; die Dicke des Parenchymgewebes ist ziemlich gleich, doch fehlt an den gelben Stellen das Pallisadenparenchym, so dass die ganze Farbstoff-führende Schichte aus rundlichen, kleinen Zellen besteht; die oberen Schichten führen Xanthophyll und zwar in ziemlich schön entwickelten Körnern von der Gestalt der Chlorophyllkörner, die tieferen Partien hingegen Blattgrün. Der Dickenunterschied beträgt beinahe ein Drittel; der Durchmesser des Querschnittes misst 0,32 mm an den grünen und 0,22 mm an den gelben Stellen. Die physiologische Ursache dieser immerhin bemerkenswerthen Erscheinung scheint darin zu liegen, dass an den gelben Stellen nur eine sehr geringe oder keine Assimilation stattfindet, und dass dadurch auch die Entwicklung der Gewebe eine Hemmung erfährt; die Folge muss dann sein, dass die Zellen kleiner bleiben als an den chlorophyllführenden Stellen, wo eine lebhafte assimilatorische Thätigkeit entwickelt wird. — Sehr auffallend ist der Dickenunterschied auch zwischen den weissen und den grünen Stellen bei *Evonymus radicans*, wie aus der betreffenden Zeichnung des Querschnittes (Fig.

3 a und c) hervorgeht. In den meisten Fällen ist jedoch der Unterschied nicht so bedeutend, aber stets lässt an einem Querschnitt, der durch die Uebergangsstelle von einer grünen zu einer weissen oder gelben Partie geführt ist, sich eine Verschmälnerung in der Dickenentwicklung des Blattes deutlich wahrnehmen.

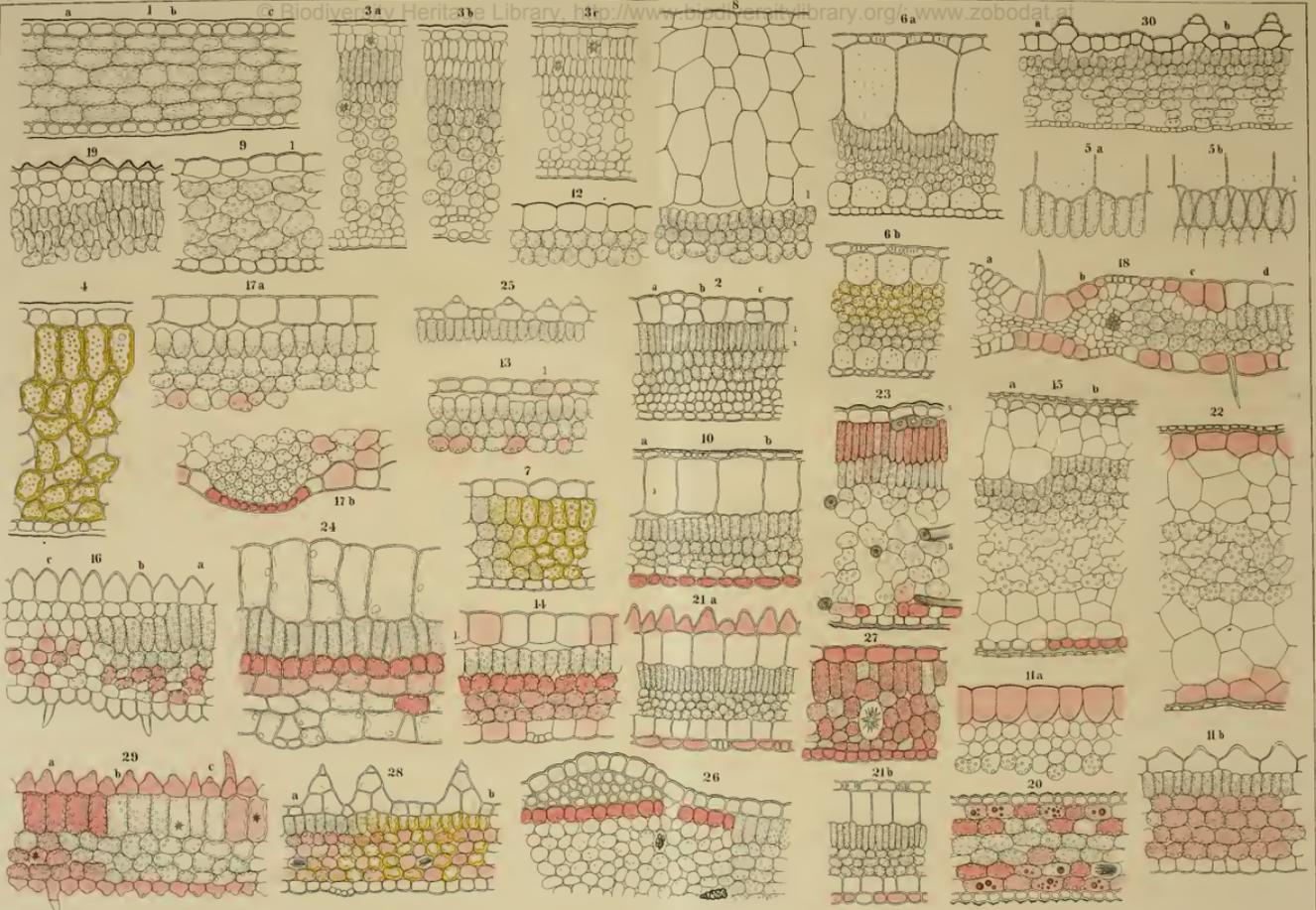
Fassen wir die eben besprochenen Verhältnisse nochmals kurz zusammen, so ergibt sich als anatomische Ursache der gelben Zeichnungen auf Blättern ein gelber Farbstoff, welcher an Stelle des fehlenden Chlorophylls in den Zellen vorhanden ist und der mit ziemlicher Sicherheit als identisch mit dem in herbstlich gelben Blättern enthaltenen Xanthophyll zu betrachten ist. In manchen Fällen scheint er sich, wie das Xanthophyll im Herbst, aus dem Chlorophyll zu bilden, da viele Blätter im jugendlichen Zustande grün sind und erst nach einiger Zeit gelbe Flecken entwickeln, oft aber kann auch eine umgekehrte Umwandlung stattfinden, indem das Xanthophyll in gewöhnliches Blattgrün übergeht, so dass die gelben Zeichnungen verschwinden und die früher panachirten Blätter gleichmässig grün werden. Auf die wahrscheinlichen physiologischen Ursachen dieser Erscheinungen wird in der Folge zurückzukommen sein. — Die geringere Entwicklung in die Dicke an gelben (sowie auch an weissen) Stellen ist bedingt durch geringere Grösse der Zellen, grössere Zartheit der Gewebe, sowie auch manchmal durch geringere Anzahl von Zellschichten in den gelben als in den grünen Blattpartien.

Graugrün.

Bei den meisten der bisher besprochenen Pflanzen finden zwischen der grünen Grundfarbe des Blattes und der weissen oder gelben Panachirung Uebergänge statt, d. h. es finden sich vielfach Flecken oder Streifen von einer graugrünen Mischfarbe, die neben den beiden genannten Färbungen auftritt. Es ist nothwendig, dieser Schattirung eine eingehendere Besprechung zu widmen, da sie ihren anatomischen Ursachen nach einerseits an das unter dem Abschnitt „Weiss“ Gesagte anknüpft, andererseits den Uebergang zu der im nächsten Capitel zu behandelnden silberweissen Färbung bildet. — Die meisten scheckigen Blätter verdanken dem Vorhandensein dieser dritten Farbe, die ebenfalls wie Weiss (resp. Gelb) und Grün in scharf umgrenzten Zeichnungen auftritt, ihr buntes Aussehen. Eines der schönsten Beispiele hierfür ist *Ficus Pearcei* (Fig. 2), dessen Blattanatomie zum Theil schon in einem früheren Capitel erörtert wurde; Ober- und Unterseite des Blattes zeigen das gleiche scheckige Aussehen, ohne dass aber die Flecken der beiden Seiten einander entsprechen nach ihrer Gestalt und Stellung. Ein Auspumpen eines solchen Blattes unter Wasser verursacht eine auffallende Veränderung, die graugrünen Flecken erscheinen dann genau so grün, wie die ursprünglich grünen Partien, so dass dann nur noch die beiden Färbungen Grün und Weiss übrig bleiben, diese den chlorophyllfreien, jene den chlorophyllführenden Blattpartien entsprechend. Dieser Versuch lehrt

sogleich, ohne dass für's erste eine mikroskopische Untersuchung nöthig ist, dass Luft die Ursache der Abschwächung der grünen Farbe zu Matt- oder Graugrün ist. Dass die Luft in Intercellularräumen enthalten ist, und solche sich über den chlorophyllführenden Gewebepartien befinden, zeigt die anatomische Untersuchung. An der, einer hellgrünen Stelle entsprechenden Partie eines Querschnittes (Fig. 2 a) enthält das dicht an die Epidermis anschliessende Pallisadenparenchym reichlich Chlorophyll; zwischen diesem und der Oberhaut befinden sich keine Intercellularräume und daher büsst das Grün des Parenchyms nichts von seiner Helligkeit ein. An den graugrünen Stellen (Fig. 2 b) hingegen sind die Pallisadenzellen chlorophyllfrei, besitzen aber zwischen sich und an ihren Ecken zwischen der Oberhaut zahlreiche kleine, schmale Intercellularräume, ebensolche auch zwischen ihren unteren Enden gegen die folgenden, chlorophyllreichen Mesophyllschichten; die Form der Pallisadenzellen an diesen Stellen weicht natürlich ein wenig von der dieser Zellen in den grünen Partien ab, sie zeigen nämlich tonnenförmige Gestalt, sind also an ihrem oberen und unteren Ende verschmälert; dadurch eben kommen Interstitien zwischen ihnen zu Stande. Es lagern also hier zwischen den Farbstoff-führenden Zellschichten und der Epidermis zahlreiche, kleine Luftbläschen in dem farblosen Zwischengewebe vertheilt; das von den grünen Zellen reflectirte Licht kann somit nicht direct und ungeschwächt in unser Auge gelangen, sondern erleidet bei dem abwechselnden Durchgang durch verschiedene Medien (Luft und Zellsaft) eine mehrmalige Brechung und Abschwächung der Intensität, ferner findet auch totale Reflexion des auffallenden Lichtes an den lufterfüllten Intercellularräumen statt, die an sich farblose Zellschicht erscheint in Folge dessen weiss, und auch dadurch wird die Farbe abgeschwächt. Auf solche Weise kommen die mattgrünen oder graugrünen Flecken zu Stande. Im Princip genau dasselbe findet an den graugrünen Stellen der Unterseite statt, mit dem einzigen Unterschiede im anatomischen Bau, dass die Lufträume zwischen den farblosen untersten Mesophyllschichten liegen; an Partien, wo auch diese Schichten mit Einschluss der an die untere Epidermis grenzenden, chlorophyllführend sind, wird eine rein grüne Färbung sich geltend machen. Durch die wechselnde Vertheilung farbstoffführender Zellen und farbloser, interstitienreicher Gewebepartien können die Flecken für sich sowohl auf der Oberseite als auf der Unterseite auftreten, ohne sich in Gestalt und Lage zu decken.

(Fortsetzung folgt.)



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Hassack Karl (Carl)

Artikel/Article: [Wissenschaftliche Original-Mittheilungen. Untersuchungen über den anatomischen Bau bunter Laubblätter, nebst einigen Bemerkungen, betreffend die physiologische Bedeutung der Buntfärbung derselben. 181-186](#)