

7. Dionaea-Typus. Pflanzen, deren Blätter des Nachts (oder in Folge von mechanischen, chemischen u. ä. Reizen) sich schliessen.

Familie Droseraceen: *Dionaea*, *Drosera* u. ä.

Meiner Meinung nach gehören zu diesem letzten Typus reizempfindlicher Blätter nicht bloss die reizbaren Blätter einiger fleischfressender Pflanzen (*Dionaea*, *Drosera*, *Pinguicula*, *Aldrovanda* u. ä.), sondern auch die auf mechanische Erschütterungen durch Reizkrümmungen reagirenden Blütenblätter (so insbesondere das reizbare Labellum einiger Orchideen aus der Gattung *Pterostylis*, *Drakea*, *Masdevallia*), dann die Staubblätter (resp. die reizbaren Staubfäden einiger Cactaceen, Compositen, Cistineen, Mesembrianthemaceen, Tiliaceen, Malvaceen, Portulacaceen und Berberideen)¹⁾ und die Griffel (resp. das reizbare Griffelende von *Glossostigma elatinoides* sowie die reizbaren Narben zahlreicher Scrophulariaceen, Pedalineen und Bignoniaceen) u. ä.

Bevor ich schliesse, glaube ich hier noch bemerken zu sollen, dass die Reizbewegungen der soeben genannten Blütenorgane, obschon diese Organe metamorphosirte Blätter sind und zu einem Typus von reizbaren Organen vereinigt werden können, bezüglich der biologischen Bedeutung sich wesentlich von einander unterscheiden und mit Berücksichtigung dieser Bedeutung zu verschiedenen Gruppen von Reizbewegungen gerechnet werden müssen.

40. W. Palladin: Transpiration als Ursache der Formänderung etiolirter Pflanzen.

Eingegangen am 18. December 1890.

Der Habitus der chlorophyllfreien Samenpflanzen, welche uns, trotzdem sie unter dem Einflusse des Sonnenlichtes wachsen, an etiolirte

1) Mehr über diese siehe in meiner Abhandlung (Ueber die Verbreitung der reizbaren Staubfäden und Narben etc.) im Botan. Centralblatte, 1890, Bd. XLIII. Nr. 13 und in den Nachträgen zu dieser Abhandlung im Botan. Centralblatte, 1890, Bd. XLV.

2) Die Reizbewegungen aller Blüthentheile, deren Zweck die Erleichterung der Selbst- oder der Fremdbestäubung der Blüten ist, sind gamotropische Reizkrümmungen, die durch chemische Reize hervorgerufenen Reizbewegungen der *Drosera*-Blätter u. ä. sind Resorptionsbewegungen, die periodisch erfolgenden Schlafbewegungen der *Dionaea*-Blätter u. ä. sind nyctitropische Bewegungen.

Pflanzen erinnern, spricht gegen die Lehre vom unmittelbaren Einflusse des Lichtes auf das Wachsthum überhaupt. In beiden Fällen kommt es gar nicht auf den Mangel an Licht, sondern auf den Mangel an Chlorophyll sowie auf die Veränderung derjenigen Prozesse an, welche vom Chlorophyll abhängig sind. Zwei solche Prozesse sind bekannt, die Zersetzung der Kohlensäure und die Transpiration des Wassers. In Bezug auf den ersteren Process ist schon bewiesen¹⁾, dass weder die Uebersverlängerung der Stengel in der Dunkelheit, noch die Verkümmernng der Blätter eine Folge der verhinderten Kohlenstoff-assimilation ist. Den zweitgenannten Process hat jedoch noch Niemand als Ursache der Formänderung etiolirter Pflanzen angesehen, obgleich uns die Beobachtungen aus der letzten Zeit zeigen, dass die Transpiration einen bedeutenden Einfluss auf die Form der Pflanzen ausübt. So hat KOHL²⁾ bewiesen, dass die Länge der Internodien und die Grösse der Blätter von der von den Pflanzen transpirirten Wassermenge abhängig sind. Nach den Untersuchungen des eben genannten Gelehrten soll auch die innere Structur der Pflanzen von der transpirirten Wassermenge abhängig sein. Ausserdem hat auch WIESNER³⁾ bewiesen, dass die Stämme stengelloser Pflanzen in Folge zu starker Transpiration der Blätter eine Stauchung ihrer Internodien erfahren und unentwickelt bleiben. Nachdem WIESNER solche Pflanzen in einen mit Wasserdampf gesättigten Raum gebracht hatte, löste er die Blattrosette ab und erhielt dann aus den stengellosen Pflanzen solche mit ziemlich langem Stengel. Alle diese Erscheinungen erklärt WIESNER dadurch, dass in den Pflanzen ein besonderer absteigender Wasserstrom existire. Stark transpirirende Blätter entziehen dem Stengel Wasser, der Stengel bleibt deshalb unentwickelt.

Im Sonnenlichte transpiriren die Pflanzen viel stärker als in der Dunkelheit⁴⁾. Bei der Erklärung des Etiolements durch diese Thatsache ist jedoch nicht nur die Wassermenge von Wichtigkeit, welche im hellen oder dunklen Raume von den Pflanzen transpirirt wird, sondern das Verhältniss der durch die Blätter transpirirten Wassermenge zu derjenigen, welche durch den Stengel transpirirt wird. Es besteht also

1) BATALIN. Ueber die Wirkung des Lichtes auf die Entwicklung der Blätter. Bot. Zeitung. 1871. p. 669.

GODLEWSKI. Zur Kenntniss der Ursachen der Formänderung etiolirter Pflanzen. Bot. Zeitung. 1879. p. 81.

2) KOHL. Die Transpiration der Pflanzen und ihre Einwirkung auf die Ausbildung pflanzlicher Gewebe. Marburg. 1886.

3) WIESNER. Der absteigende Wasserstrom und dessen physiologische Bedeutung. Bot. Zeitung. 1889. p. 1.

4) BARANETZKY. Ueber den Einfluss einiger Bedingungen auf die Transpiration der Pflanzen. Bot. Zeitung. 1872. WIESNER. Untersuchungen über den Einfluss des Lichts und der strahlenden Wärme auf die Transpiration der Pflanzen. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. LXXIV. 1. Abtheil 1877. p. 477. KOHL, l. c., p. 52.

diesbezüglich eine Abhängigkeit zwischen der Grösse der Oberfläche beider Organe und ihrer Farbe. Um die Sache klar zu machen, führe ich einige Beispiele an.

Vicia Faba kann als Beispiel für den ersten Typus etiolirter Pflanzen dienen. Grüne Pflanzen transpiriren im Sonnenlichte fast alles Wasser durch ihre grünen Blätter aus. Ihre Blätter sind daher normal entwickelt. Ihr Stengel erleidet dagegen einen gewissen Wassermangel und man erhält dementsprechend kurze Internodien. In einem dunklen Raume geht bei den etiolirten Pflanzen die Transpiration freilich anders vor sich. Die Farbe der Blätter hat in diesem Falle keine Bedeutung, nur die Grösse der Oberfläche der Blätter und des Stengels kommen in Betracht. Indem die grosse Oberfläche des Stengels das Wasser transpirirt, entzieht sie es den Blättern, welche aus Mangel an Wasser unentwickelt bleiben. Ebenso oder fast so findet die Transpiration bei den chlorophyllfreien Pflanzen statt. Die Blätter verschiedener Gattungen solcher sind im Allgemeinen desto weniger entwickelt, je weniger sie verschiedene Pigmente enthalten.

Der Weizen kann uns als Beispiel des zweiten Typus der etiolirten Pflanzen dienen. Die Oberfläche eines etiolirten Blattes ist im Allgemeinen grösser, als die eines grünen. Dies lässt sich aus zwei Gründen erklären. Es ist nämlich kein Stengel vorhanden, der den Blättern Wasser entziehen könnte. Ausserdem transpiriren etiolirte Pflanzen bedeutend weniger Wasser in der Dunkelheit, als grüne im Sonnenlichte. Untersuchungen über den Einfluss der Transpiration auf die Grösse der Blattoberfläche beweisen, dass bei schwacher Transpiration die Blattoberfläche grösser ist, als bei starker.

Dasselbe sehen wir bei den in Dunkelheit erwachsenen stengellosen Dicotyledonen. Die Blattspreite der Runkelrübe (*Beta vulgaris*) wird in der That in Dunkelheit fast ebenso gross, wie im Sonnenlichte. Im Gegensatze hierzu werden die Blätter derjenigen monocotyledonen Pflanzen, deren Stengel früh emporspriest, in einem dunklen Raume bedeutend kleiner, als in einem hellen. Aehnliche Erscheinungen werden bei *Panicum miliaceum* beobachtet. Auf diesen Fall hat schon C. KRAUS¹⁾ hingewiesen.

Bellis perennis bietet uns ein Beispiel des dritten Typus etiolirter Pflanzen. Erzieht man *Bellis* in einem dunklen Raume, so entstehen, wie es WIESNER²⁾ bewiesen hat, Sprosse mit entwickelten, lange Blätter tragenden Internodien. Aehnliche Sprosse erhielt WIESNER im Sonnenlichte, aber im absolut feuchten Raume. Im genannten Falle verschaffen wir dem Stengel die Gelegenheit, sich zu entwickeln, indem wir die

1) C. KRAUS. Ueber einige Beziehungen des Lichts zur Form und Stoffbildung der Pflanzen. Flora. 1878. p. 147.

2) WIESNER. Bot. Zeitung. 1889. S. 24.

Transpiration der Blätter vermindern. In einem dunkelen Raume transpirirt auch die etiolirte *Bellis* wenig Wasser, und es entstehen Sprosse mit entwickelten Internodien.

Nicht immer erhält man aber in einem dunkelen Raume längere Internodien als im Lichte. Bei vielen Pflanzen (bei kletternden und Schlingpflanzen) verspätet sich die Entwicklung der Blätter und der fortwachsende Theil des Stengels, welcher zuweilen sehr lang ist, trägt bei normalem Wachstume im Sonnenlichte ausschliesslich sehr kleine und noch unentwickelte Blättchen. Erst viel später erreichen an dem Theile des Stengels, der nicht mehr in die Länge wächst, die Blätter endlich ihre normale Grösse. Solche Pflanzen (z. B. *Humulus Lupulus*, *Batatas edulis*), entwickeln, wie SACHS¹⁾ gezeigt hat, in einem dunkelen Raume ebenso grosse Internodien, wie im Sonnenlichte. Diese Pflanzen machen den vierten Typus der etiolirten Pflanzen aus. Befindet sich das wachsende Ende des Stengels solcher Pflanzen in einem dunkelen oder hellen Raume, so verlängert sich dasselbe ungehindert, und die Blätter haben auf dasselbe weder im ersten, noch im letzten Falle einen schädlichen Einfluss. Daher sind die Internodien der grünen und etiolirten Pflanzen fast von gleicher Länge. Folglich muss man, um die Form der etiolirten Pflanzen zu erklären, nicht nur darauf achten, ob sie nur Blätter oder Stengel mit Blättern haben, sondern auch auf die Zeit, zu welcher die Blätter in ihrer Endgrösse an den Stengeln erscheinen.

Untersuchungen über den anatomischen Bau der etiolirten Stengel zeigen uns die schwache Ausbildung der Holz- und mechanischen Elemente, wie auch die Thatsache, dass alle Zellen mit dünnen Wänden ausgestattet sind²⁾. Dieselben anatomischen Besonderheiten findet man in den Stengeln derjenigen Pflanzen, die in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume erwachsen sind³⁾.

WIESNER's⁴⁾ Untersuchungen zeigen, dass die Transpiration der Pflanzen am energischsten in den blauen oder violetten Strahlen des Spectrums vor sich geht. Man hat ausserdem durch eine Reihe von Versuchen bewiesen, dass blaue und violette Strahlen eine retardirende Wirkung auf das Pflanzenwachsthum haben. Unter dem Einflusse der schwächer brechbaren Strahlen verläuft dagegen das Wachsthum wie im Dunkeln. Diejenigen Strahlen, welche die grösste Transpiration bedingen, wirken am meisten hemmend auf das Wachsthum. Folglich wirkt das Licht auf das Wachsthum der Pflanzen zum grössten Theile dadurch, dass es die Transpiration vergrössert und also die Schnelligkeit

1) SACHS. Bot. Zeitung. 1863. Beilage zu Nr. 31 bis 33. p. 15.

2) RAUWENHOFF. Sur les causes des formes anormales des plantes qui croissent dans l'obscurité. Ann. des sc. nat. VI. série, V. tome. 1877. p. 267.

3) KOHL. l. c.

4) WIESNER. Sitzungsber. der Wien. Ak. LXXIV. 1. Abtheil. 1887. p. 506.

des Wachstums hemmt. Auch die tägliche Periodicität des Wachstums kann man als abhängig von der Aenderung der Transpiration ansehen.

Mit Sonnenaufgang vergrößert sich die Transpiration der Pflanzen, was eine Verzögerung des Wachstums hervorruft. Vor Sonnenuntergang vermindert sich wieder allmählich die Transpiration, und die Pflanzen fangen an schneller zu wachsen. SACHS's¹⁾ und BATALIN's²⁾ Beobachtungen, dass in sehr intensivem Sonnenlichte die Blätter von geringerer Grösse seien, als im Lichte mittlerer Intensität, können durch die Vergrößerung der Transpiration erklärt werden. Bei starker Transpiration, die in einem sehr intensiven Lichte stattfindet, erhalten die Blattspreiten eine bedeutend geringere Grösse als bei schwacher.

Untersuchungen von SCHLOESING³⁾ über den Aschengehalt der Blätter einer Tabakpflanze, die in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume erwachsen war, zeigten, dass sie bedeutend weniger Asche enthielt, als die Blätter einer solchen Tabakpflanze, die unter normalen Bedingungen aufgewachsen ist.

	Bei feuchtem Raume	Unter normalen Bedingungen
Gesamte Asche	13,00 pCt.	21,80 pCt.
Chlor	6,51 „	10,21 „
Schwefelsäure	6,14 „	5,26 „
Phosphorsäure	3,68 „	1,89 „
Kali	23,40 „	19,00 „
Kalk	30,76 „	31,48 „
Kieselsäure	4,59 „	10,76 „
Berechnet auf 100 Gewichtstheile der Trockensubstanz:		
Kalk	4,02 pCt.	6,85 pCt.
Phosphorsäure	0,47 „	0,41 „

Durch dieselbe Eigenthümlichkeit betreffs der Asche unterscheiden sich, nach Untersuchungen von WEBER⁴⁾, die etiolirten Pflanzen von den grünen.

	1000 Gewichtstheile Trockensubstanz der Erbsenpflanzen enthalten						
	Gesamte Reinasche	K ₂ O	Ca O	Mg O	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃
Grüne	127,7	48,5	32,1	10,2	0,9	16,7	16,4
Etiolirte	101,2	44,9	12,4	6,7	2,1	20,5	13,1

1) SACHS. Experimental-Physiologie, p. 33.

2) BATALIN. l. c., p. 683.

3) SCHLOESING. Végétation comparée de tabac sous cloche et à l'air libre. Comptes rendus. 69. p. 353. 1869.

4) WEBER. Ueber den Einfluss farbigen Lichtes auf die Assimilation und die damit zusammenhängende Vermehrung der Aschenbestandtheile in Erbsenkeimlingen. Landw. Versuchs-Stationen XVIII. p. 18. 1875.

Es ist bekannt, dass die Menge der Mineralstoffe, welche die Pflanzen in sich aufnehmen, einen starken Einfluss auf deren Form hat. Das haben NOBBE und andere durch Wasserculturen und neuerdings SCHIMPER¹⁾ für unter natürlichen Bedingungen erwachsene Pflanzen gezeigt.

Meine Untersuchungen betreffs der Wassermenge in grünen und in etiolirten Blättern bestätigen auch die von mir ausgesprochene Theorie. Ueber den Wassergehalt in etiolirten Blättern hat man wenig Bestimmungen. KARSTEN²⁾ hat an den Blättern von *Phaseolus* und GODLEWSKI³⁾ an Cotyledonen von *Raphanus* gezeigt, dass etiolirte Blätter weniger Wasser enthalten, als die grünen. Meine Untersuchungen habe ich vorzugsweise an zwei Pflanzen — an Weizen und an Bohnen (*Vicia Faba*) — gemacht. Die Samen wurden in Gartenerde gesät. Die grünen Pflanzen wurden unter normalen Bedingungen auf nach Süden gelegenen Fenstern erzogen. Die abgewogene Menge der frischen Blätter, welche stets ohne Blattstiel benutzt wurden, wurde bei 100 bis 110° C getrocknet.

Versuch 1.

Weizen. 13tägige Pflanzen. Temperatur 17—19° C.

- a) Grüne Blätter. Frisch 16,450 g. Trocken 1,815 g. Also
Trockensubstanz 11,0 pCt., Wasser 89,0 pCt,
b) Etiolirte Blätter. Frisch 19,710 g. Trocken 1,731 g. Also
Trockensubstanz 8,7 pCt., Wasser 91,3 pCt.

Versuch 2.

Weizen. 7tägige Pflanzen. Temperatur 25—27° C.

- a) Grüne Blätter. Frisch 14,140 g. Trocken 1,700 g.
Trockensubstanz 12,0 pCt., Wasser 88,0 pCt.
b) Etiolirte Blätter. Frisch 20,680 g. Trocken 2,264 g.
Trockensubstanz 10,9 pCt., Wasser 89,1 pCt.

Versuch 3.

Weizen. 10tägige Pflanzen. Temperatur 25—27° C.

- a) Grüne Blätter. Frisch 15,574 g. Trocken 2,010 g.
Trockensubstanz 12,9 pCt., Wasser 87,1 pCt.
b) Etiolirte Blätter. Frisch 20,844 g. Trocken 2,074 g.
Trockensubstanz 9,9 pCt., Wasser 90,1 pCt.

1) A. F. W. SCHIMPER. Ueber Schutzmassregeln des Laubes gegen Transpiration, besonders in der Flora Javas. Sitzungsber. Berliner Ak. 1890.

2) KARSTEN. Landw. Versuchs-Stationen. XIII. 1871. p. 176.

3) GODLEWSKI. l. c., p. 81.

Versuch 4.

Vicia Faba. 25tägige Pflanzen. Temperatur 23—25° C.

a) Grüne Blätter. Nur sehr junge, noch zusammengerollte Blätter.

Frisch 2,149 g. Trocken 0,403 g.

Trockensubstanz 18,7 pCt., Wasser 81,3 pCt.

Frisch 1,768 g. Trocken 0,330 g.

Trockensubstanz 18,0 pCt., Wasser 81,4 pCt.

b) Grüne Blätter. Nur grosse, alte Blätter.

Frisch 8,030 g. Trocken 0,881 g.

Trockensubstanz 10,9 pCt., Wasser 89,1 pCt.

Frisch 5,755 g. Trocken 0,666 g.

Trockensubstanz 11,5 pCt., Wasser 88,5 pCt.

c) Etiolirte Blätter. Frisch 5,110 g. Trocken 0,886 g.

Trockensubstanz 17,3 pCt., Wasser 82,7 pCt.

Frisch 1,986 g. Trocken 0,340 g.

Trockensubstanz 17,1 pCt., Wasser 82,9 pCt.

Versuch 5.

Vicia Faba. 15tägige Pflanzen. Temperatur 27° C.

a) Junge, grüne Blätter. (Alle geernteten Blätter wurden in zwei Portionen geteilt, in junge und alte Blätter.)

Frisch 7,310 g. Trocken 1,213 g

Trockensubstanz 16,5 pCt., Wasser 83,5 pCt.

b) Alte, grüne Blätter.

Frisch 20,750 g. Trocken 2,617 g.

Trockensubstanz 12,7 pCt., Wasser 87,3 pCt.

c) Etiolirte Blätter. Frisch 7,125 g. Trocken 1,274 g.

Trockensubstanz 17,8 pCt., Wasser 82,2 pCt.

Versuch 6.

Etiolirte Blätter von *Vicia Faba.* 21tägige Pflanzen.
Temperatur 13—20° C.

a) Nur sehr junge, kleine Blättchen.

Frisch 0,806 g. Trocken 0,150 g.

Trockensubstanz 18,0 pCt., Wasser 82,0 pCt.

Frisch 0,571 g. Trocken 0,108 g.

Trockensubstanz 18,9 pCt., Wasser 81,1 pCt.

b) Grösste, alte Blätter.

Frisch 1,735 g. Trocken 0,306 g.

Trockensubstanz 17,6 pCt. Wasser 82,4 pCt.

An etiolirten Blättern verschiedenen Alters beobachtet man nur unbedeutende Verschiedenheit im Wassergehalt. In grünen Blättern steigt dagegen der Wassergehalt mit dem zunehmenden Alter bedeutend.

Versuch 7.

Vicia Faba. 20 tägige Pflanzen. Temperatur 16—18° C.
 Etiolirte Blätter. Frisch 1,580 g. Trocken 0,306 g.
 Trockensubstanz 19,3 pCt., Wasser 80,7 pCt.

Versuch 8.

Vicia Faba. 34 tägige, etiolirte Pflanzen. Temperatur 27° C.
 Etiolirte Pflanzen. Frisch 1,619 g. Trocken 0,255 g.
 Trockensubstanz 15,7 pCt., Wasser 84,3 pCt.

Versuch 9.

Phaseolus multiflorus. 20 tägige Pflanzen. Temperatur 17° C.
 a) Grüne Blätter. Frisch 1,680 g. Trocken 0,300 g.
 Trockensubstanz 17,8 pCt., Wasser 82,2 pCt.
 b) Etiolirte Blätter. Frisch 1,350 g. Trocken 0,258 g.
 Trockensubstanz 19,1 pCt., Wasser 80,9 pCt.

Aus allen hier mitgetheilten Versuchen folgt, dass sich etiolirte Blätter nach ihrem Wassergehalte in zwei Gruppen theilen. Blätter stengelloser, etiolirter Pflanzen sind wasserreicher als die der grünen. Hingegen sind Blätter der mit Stengeln versehenen etiolirten Pflanzen bedeutend wasserärmer als grüne Blätter.

Wenn in der That die Aenderung der Transpiration beim Mangel an Licht die hauptsächliche Ursache der Formänderung der etiolirten Pflanzen ist, so kann man versuchen, Pflanzen von normaler Form in einem dunklen Raume zu erziehen. Man braucht nur die Stengel der in einem dunklen Raume erwachsenen jungen Pflanzen von *Vicia Faba* mit einem dünnen Bande von Kautschuk fest zu umwickeln, um das Wachsthum des Stengels aufzuhalten und die Transpiration desselben zu vermindern, so entwickeln sich bei diesen Pflanzen nach einigen Tagen Blätter von derselben Grösse, wie bei den grünen Pflanzen. Die etiolirten Pflanzen, die mit einem Kautschukbande umwickelt waren, sind fast ebenso lang, wie grüne Pflanzen.

Die von mir ausgesprochene Theorie erklärt alle bekannten Thatsachen hinsichtlich des Einflusses des Lichtes auf das Wachsthum der Pflanzen; ich glaube aber nicht, dass dieser Einfluss sich auf die Transpirationsänderung beschränkt. Es existirt gewiss eine viel complicirtere Abhängigkeit. Jedenfalls ist die Transpiration ein sehr wichtiger Factor, den man weder bei der Erklärung des Etiollements, noch bei anderen Wachsthumerscheinungen ignoriren darf.

Charkow, Universität.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Palladin Wladimir Iwanowitsch

Artikel/Article: [Transpiration als Ursache der Formänderung etiolirter Pflanzen. 364-371](#)