

10. Friedrich Oehlkers: Zur reizphysiologischen Analyse der postfloralen Krümmungen des Blütenstiels von *Tropaeolum majus*.

(Vorläufige Mitteilung.)

(Eingegangen am 21. Februar 1920.)

Die postflorale Krümmung geht im Freien an normalen Pflanzen von *Tropaeolum majus* folgendermaßen vor sich: Etwa 12–14 Stunden nach Bestäubung der proterandrischen, daher auf Fremdbestäubung angewiesenen Blüten, wenige Stunden nach eingetretener Befruchtung krümmt sich die apicale Zone des Blütenstiels direkt unterhalb des Fruchtknotens beginnend dorsalkonvex in der Mediane bis zu einem Krümmungsbogen von etwa 90° ein. Diese Krümmung bezeichne ich weiterhin als 1. Einkrümmung. Im Laufe der nächsten 24 Stunden krümmt sich eine von dieser ersten Zone 3–5 cm weiter basalwärts gelegene Zone ebenfalls um 90° dorsalkonvex in der Mediane ein. Diese Krümmung, die von der ersten durch eine gestreckte Zone getrennt ist, bezeichne ich als 2. Einkrümmung. Im weiteren Verlaufe der Bewegung pflegt die 2. Einkrümmung zuzunehmen, oftmals so weit, bis ihr Bogen 180° – 270° erreicht hat, so daß der Fruchtknoten fast in die Ausgangslage zurückgebracht wird. Auf diese starke Ueberkrümmung pflegt meist eine leichte Gegenreaktion zu folgen, die die Schleife wieder etwas ausgleicht. Endlich, ungefähr bei der Samenreife, krümmt sich eine basale, ganz kurze Zone direkt in der Achsel des Tragblattes in der gleichen Richtung ein.

Diesen so geschilderten Vorgang sehe ich als den normalen an. Von diesem Schema finden sich an Pflanzen im Freien folgende Abweichungen: 1. Die 1. und 2. Einkrümmung lassen sich makroskopisch nicht trennen, es tritt nur ein zusammenhängender Bogen auf. 2. Die 1. und 2. Einkrümmung erfolgen nicht in einer Ebene, sondern in zwei verschiedenen, die sich unter einem Winkel bis zu 90° schneiden können. 3. Selten findet sich folgende Form: 1. Einkrümmung fehlt, 2. Einkrümmung nur schwach ventralkonvex.

Um diese Erscheinungen zu erklären, wurden eine größere

Anzahl von Versuchen¹⁾ gemacht. Ich berichte hier nur kurz über einige Resultate, die mit folgender Versuchsanordnung gewonnen wurden²⁾: Die Blütenstiele wurden nachmittags abgeschnitten, und zwar solche, deren Blüten bereits empfängnisfähige Griffel besaßen. Diese Stiele wurden in einem halbhohen Wasserglase in feuchtem, nicht allzu nassem Sphagnum in aufrechter, ventralwärts etwas übergeneigter, etwa 60° von der Horizontalen abweichenden Lage (der normalen Haltung während der Blütezeit) festgestopft. Abends wurden die Narben der Griffel reichlich mit Pollen mindestens zwei verschiedener Blüten bestäubt, so daß bis zum andern Morgen die Befruchtung eingetreten, der Stiel also fertig zum Experiment war.

Resultate:

1. Wurden derartige Stiele einseitig beleuchtet, so erfolgte bei einer Lichtintensität, auf die hin praefloral³⁾ eine positiv phototropische Reaktion eintritt (diffuses Tageslicht eines Nordfensters) postfloral eine starke negativ phototropische Reaktion, und zwar a) bei dorsalem Lichteinfall dorsalkonvexe Krümmungen in den Zonen beider Einkrümmungen; b) bei ventraler Beleuchtung: 1. Einkrümmung dorsalkonvex, 2. Einkrümmung ventralkonvex. Schneidet man jedoch die ventralen Kronblätter, die die apicale Zone des Stiels in dieser Lage beschatten, fort, so unterbleibt die dorsalkonvexe 1. Einkrümmung; c) bei lateralem Lichteinfall: ganz schwache dorsalkonvexe 1. Einkrümmung, in der Zone der 2. Einkrümmung lateralkonvexe negativ phototropische Krümmung.

2. Wurden die Stiele auf einem Klinostaten um die vertikale Achse bei einseitiger Beleuchtung rotiert, so erfolgte eine starke 1. und 2. dorsalkonvexe Einkrümmung.

3. Im Dunkelzimmer erfolgten 1. und 2. Einkrümmungen aus der normalen Lage ebenfalls dorsalkonvex. Es wurde mit entsprechenden Vorsichtsmaßregeln gearbeitet, um sicher zu sein, daß es sich um einen im Dunkeln perzipierten Reiz handelt, nicht aber um die Nachwirkung des Lichtreizes. Resultat: 2. Einkrümmung vorwiegend dorsalkonvex, Bogen 30° — 90° , selten bis zu 180° .

1) Meine bisherigen Versuche beziehen sich nur auf die sich im Umkreis der 1. und 2. Einkrümmung abspielenden Vorgänge nicht auf die 8. basale Einkrümmung.

2) Warum ich diese Versuchsanordnung für besonders günstig halte, kann erst in einer späteren Arbeit erörtert werden.

3) Unter der praefloralen Periode des Blütenstiemes von *Tropaeolum* verstehe ich die Zeit von der Entwicklung der Knospe und der Blüte bis zur Empfängnisfähigkeit des Griffels. Unter der postfloralen Periode die Zeit von der Empfängnisfähigkeit des Griffels bis zur Samenreife.

Bei diesen Versuchen fällt folgendes auf: a) eine Anzahl der Stiele bleibt, obwohl befruchtet, im Dunklen ungekrümmt; b) die 1. Einkrümmung ist vielfach schwach oder fehlt, auch wenn die 2. vorhanden ist; c) die 2. Einkrümmung ist weniger ein Bogen, als vielmehr ein scharfer Knick. Die Krümmung in verschiedenen Ebenen ist im Dunklen häufiger wie im Licht. Hierzu ist gleich zu bemerken, daß alle Stiele, die eine derartige Krümmung in mehr als einer Ebene bei einer Reaktion auf einen einfachen Reiz hin aufweisen, tortiert sind. Diese Erscheinung wurde überall, auch an Pflanzen im Freien, festgestellt. Solche Torsionen entstehen stets praefloral, nie postfloral. Da also die Torsion und ihre Folgen, die Krümmung in mehr als einer Ebene nicht direkt mit der postfloralen Reaktion zusammenhängt, wurde später möglichst mit untortierten Stielen gearbeitet.

4. Außer der Reaktion aus der normalen Lage (60° von der horizontalen abweichend) wurden die Stiele noch in drei anderen Winkellagen geotropisch gereizt, und zwar je voneinander und von der normalen Lage um 90° abgelenkt. Es handelt sich um folgende Lagen: a) Sporn (bezeichnet die Dorsalseite) oben, 30° unterhalb der Horizontalen. Resultat: Krümmung vorwiegend ventralkonvex, aber auch leicht dorsalkonvex, Bogen nur gering, zwischen 15° und 45° ; b) Sporn unten, 60° unterhalb der Horizontalen. Resultat: Krümmung vorwiegend dorsalkonvex, Bogen zwischen 45° und 90° ; c) Sporn unten, 30° oberhalb der Horizontalen. Resultat: Krümmung vorwiegend dorsalkonvex, Bogen 60° bis über 200° .

5. Wurden Stiele mit befruchteten Blüten, die im Dunkelzimmer gestreckt geblieben waren, nachträglich einseitig beleuchtet, so erfolgte eine starke negativ phototropische Krümmung, die — besonders wenn das Licht dorsal auftraf — einen ganz gleichförmig gekrümmten Bogen von oft 360° darstellt. Auf dem Klinostaten bei vertikaler Achse und einseitiger Beleuchtung fällt die Krümmung auch dieser Blütenstiele dorsalkonvex aus.

6. Kastrierte Blüten, oder sonstwie an der Befruchtung verhinderte, zeigen, wenn sie während der ganzen Blütezeit unter normalen Verhältnissen im Licht stehen (an der Pflanze, oder im feuchten Moos), keinerlei postflorale Krümmung. Wurden dagegen junge kastrierte Blüten ins Dunkelzimmer gestellt und dort mehrere Tage gelassen, so etiolierte der obere Teil des Stieles stark. Ans Licht gebracht und einseitig beleuchtet reagierten die Stiele — obwohl gänzlich unbefruchtet — deutlich negativ phototropisch.

7. Genaue Messungen des Wachstums der Stiele mit Hilfe aufgetragener Tuschemarken und dem Horizontalmikroskop ergaben folgende Resultate: a) das vom basalen zum apicalen Ende fortschreitende praeflorale Wachstum ist vollständig beendet, wenn der Griffel empfängnisfähig geworden ist; b) das postflorale Wachstum beginnt unter normalen Verhältnissen mit eingetretener Befruchtung. Es schreitet vom apicalen zum basalen Ende hin fort; c) das postflorale Wachstum an Stielen, die in normaler Lage dorsal oder allseitig beleuchtet werden, weist zwei Maxima auf, und zwar derartig, daß die betreffenden Zonen hinsichtlich der Dauer und der Quantität des Zuwachses ihrer Umgebung überlegen sind. Die Gipfel dieser Maxima sind mit den Scheitelpunkten der beiden Einkrümmungen identisch; sie sind durch eine Zone geringeren Wachstums, nicht aber durch eine solche fehlenden Wachstums getrennt.

Aus diesen experimentellen Resultaten ziehe ich folgende Schlüsse:

1. Die postfloralen Krümmungen von *Tropaeolum majus* stellen eine kombinierte Reizbewegung dar, die nur auf Grund einer vorangegangenen Stimmungsänderung erklärbar ist.

2. Die Stimmungsänderung ist von der Befruchtung unabhängig. Durch die Befruchtung wird nur ein erneutes Wachstum angeregt, und damit die Möglichkeit, auf perzipierte Reize eine Reaktion auszuführen, geschaffen¹⁾.

3. Die Stimmungsänderung fällt zeitlich etwa mit der Empfängnisfähigkeit des Griffels resp. mit der Befruchtung zusammen.

4. Als hauptsächliche Reizursachen sind Licht und Schwerkraft anzusehen. Die Stiele reagieren postfloral negativ phototropisch und positiv geotropisch.

5. Die Stiele reagieren phototropisch, sowohl wie geotropisch dorsiventral. Es findet also längs der Linie des Querschnittes vom dorsalen Scheitelpunkt bis zum ventralen ein Empfindlichkeitsabfall statt. Dieser ist verschieden je nachdem, wo der Querschnitt geführt wird, und je nachdem auf welchen Reiz hin eine Reaktion erfolgt. Infolgedessen ist die Form der Bewegung eine andere, je nachdem ob das sie ausführende Wachstum durch das Licht oder die Schwerkraft angeregt wird. Die normale Reaktion stellt auch der Form der Bewegung nach die Resultante aus beiden Reaktionen dar.

1) v. GOEBEL ist der gleichen Ansicht, jedoch aus anderen Gründen, wie der hier angeführten. cf.: Die Entfaltungsbewegungen der Pflanzen. Jena 1920, S. 118.

6. Die Resultate der geotropischen Versuche im Dunkelmzimmer in der Winkellage zeigen, daß die Schwerkraft einen richtenden Einfluß ausübt. Ob sich die dabei beobachteten Erscheinungen vollständig durch die Dorsiventralität des Blütenstiels erklären lassen, oder ob noch eine innere Komponente als Reizursache hinzukommt, können erst spätere Versuche entscheiden.

7. Die auffälligen Überkrümmungen und Schleifenbildungen werden durch die Tatsache erklärt, daß das postflorale Wachstum von der freien Spitze zur fixierten Basis fortschreitet. Es wird also durch die Krümmungsbewegung die noch wachstums- und reaktionsfähige Zone jeweils nie aus der Reizlage gebracht. Da das Wachstum nicht sehr lange andauert, und die Reaktionszeit sehr lang ist, ist die Gegenreaktion nur minimal. Es handelt sich hier vermutlich um das gleiche Prinzip, das in der Versuchsanstellung von F. DARWIN mit *Setaria* Wurzeln zu finden ist¹⁾. Die Wurzeln, deren Spitzen in einem Glasröhrchen in einer geotropischen Reizlage fixiert waren, rollten sich im fortwachsen lockenartig auf.

Die Versuche — besonders quantitative — werden fortgesetzt. Die Veröffentlichung von Abbildungen und Tabellen muß der Hauptarbeit vorbehalten bleiben.

München-Nymphenburg, Botanisches Institut,
im Februar 1920.

1) F. DARWIN, On Geotropism and the Localization of the Sensitive Region. *Annals of Botany* 1899, S. 507 ff.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1920

Band/Volume: [38](#)

Autor(en)/Author(s): Oehlkers Friedrich

Artikel/Article: [Zur reizphysiologischen Analyse der postfloralen Krümmungen des Blütenstiels von Tropaeolum majus. 79-83](#)