

Sitzung vom 23. Februar 1894.

Vorsitzender: Herr SCHWENDENER.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Schorler, Bernhard, Dr. phil., Institutslehrer, Assistent des königlichen Herbariums der Technischen Hochschule zu Dresden (durch O. DRUDE und A. ENGLER).

Humphrey, James Ellis, Dr. phil. aus Weymouth Fleighths (Mass. U. S. A.), z. Z. in Bonn (durch E. STRASBURGER und PRINGSHEIM).

Darbishire, O. V., z. Z. in Kiel, Botanisches Institut der Universität (durch J. REINKE und A. ENGLER).

Lauterborn, Robert, aus Ludwigshafen a. Rh., z. Z. in Heidelberg, Botanisches Institut der Universität (durch E. PFITZER und E. ASKENASY).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proclamirt die Herren:

Paul Sorauer, Professor, in Berlin.

Behr, Dr., in Kreuznach.

Mittheilungen.

6. Hugo de Vries: Eine Methode, Zwangsdrehungen aufzusuchen.

Mit Tafel II.

Eingegangen am 9. Februar 1894.

Weitaus die meisten der bis jetzt beschriebenen Fälle von Zwangsdrehung sind durch Zufall aufgefunden worden. Daher ist die Zahl der Arten, von denen diese Erscheinung bekannt ist, stets noch eine sehr beschränkte, sie beträgt wenig über fünfzig¹⁾. Allerdings könnte

1) Man vergleiche die Liste in meiner Monographie der Zwangsdrehungen

man, durch ein fleissiges Suchen in Gärten und im Freien im Laufe einiger Jahre eine beträchtliche Anzahl von Nummern der vorliegenden Liste anreihen, jedoch scheint ein solches Verfahren von Anderen bis jetzt nicht in Anwendung gebracht zu sein.

Nach der Theorie ALEXANDER BRAUN's können Zwangsdrehungen von allen Arten mit decussirten oder wirtelig gestellten Blättern erwartet werden¹⁾, aber die Aussicht, eine solche Torsion von einer bestimmten Art zufällig aufzufinden, ist selbstverständlich eine sehr geringe. Dennoch kann es, zum richtigen Verständniss der Angaben älterer Autoren oder für specielle Untersuchungen, von Bedeutung sein, gedrehte Exemplare von im Voraus gewählten Arten zu erhalten.

Wer aus einem ähnlichen Grunde sich Zwangsdrehungen zu verschaffen wünscht, oder wer in kurzer Zeit eine Sammlung von solchen Gebilden anlegen möchte, dem erlaube ich mir, die im Folgenden beschriebene Methode zu empfehlen. Ueber ihre Leistungsfähigkeit kann man sich aus der beigefügten Tafel und aus der Liste am Schlusse dieses Aufsatzes eine Ansicht bilden.

Meine Methode beruht auf zwei Principien, und zwar sind diese:

1. Die Wahl von Cotylvarianten,
2. Gute Cultur und starke Düngung.

Die Wahl von Cotylvarianten bildet dabei die Hauptsache und soll daher in erster Linie besprochen werden. Wenn man von irgend einer dicotylen Art viele Tausend Samen aussäet, so findet man fast stets einzelne, oft mehrere Keimpflanzen, welche von dem normalen Typus abweichen. Sobald die Samenlappen entfaltet sind, sind diese Cotylvarianten zu erkennen. Sie gehören bekanntlich zu verschiedenen Typen.

Am häufigsten sind die Tricotylen. Diese besitzen drei völlig getrennte und in gleichen Winkeln von einander abstehende Samenlappen. Ihnen folgen an Häufigkeit die Hemitricotylen, welche einen normalen und einen gespaltenen Samenlappen besitzen. Die Spaltung kann alle denkbaren Grade der Tiefe erreichen, wodurch eine vollständige Reihe von Uebergängen von den Tricotylen zu den normalen Keimpflanzen hergestellt wird. Weit seltener als diese beiden Gruppen sind die Tetracotylen und Hemitetracotylen; die ersteren mit vier Samenlappen, die letzteren entweder mit drei, von denen einer gespalten ist, oder mit zwei gespaltenen Cotylen. Diese Fälle beobachtete ich in vollständiger

in PRINGSHEIM's Jahrbüchern, Bd. XXIII, S. 166. Ferner: Ueber die Erblichkeit der Zwangsdrehungen, in diesen Berichten, Bd. VII, 1889, S. 291; Eenige gevallen van klemdraai by de Meekrap (*Rubia tinctorum*), in Botanisch Jaarboek Dodonaea, Bd. III, 1891, S. 74 und Tafel IV; und Bijdragen tot de leer van den klemdraai, ibid. IV, 1892, S. 145 und Tafel XIV—XV.

1) Verh. d. k. preuss. Akad. d. Wiss. Berlin 1854.

Reihe bei *Acer Pseudo-Platanus* und *Amarantus speciosus*, ferner bei *Scrophularia nodosa*, *Thrinicia hirta*, *Scabiosa atropurpurea* u. a.

Ich betrachte alle die genannten Fälle als die verschiedenen Stufen einer und derselben Reihe, von der die Tricotylen, als weitaus die zahlreichsten, die Hauptvertreter sind. Die Hemitricotylen zeigen dann das Merkmal, die Spaltung in unvollständiger, die meist sehr seltenen Tetracotylen aber in übermässiger Ausbildung.

Eine zweite Gruppe bilden die Syncotylen. Hier sind die beiden Samenlappen auf der einen Seite des Stengels zu einem einzigen, breiten, flachen „doppelten“ Blatte verwachsen. Die Verwachsung kann eine vollständige sein, oder in jedem Grade abgestuft (Hemisyncotylen), bis zu den nur an der Basis ihres Stieles verbundenen Samenlappen herunter. Ich cultivire unter dem Namen *Helianthus annuus syncotyleus* eine Rasse, welche ich im Laufe einiger Jahre aus vereinzelt aufgefundenen syncotylen Individuen bis nahezu völliger Constanz (bis etwa 97 pCt. Syncotylen unter den Keimpflanzen) ausgebildet habe, und welche die Syncotylye in allen Graden der Abstufung enthält. Diese Rasse erzeugt von Zeit zu Zeit vereinzelte amphisyncotyle oder kürzer amphicotyle Keimpflanzen, deren Cotylen mit einander beiderseits, also zu einem Becher, verwachsen sind (Tafel II, Fig. 3). Die Verwachsung ist eine solche, dass die Plumula oft nicht ohne Hülfe einer Operation hervorbrechen kann. Solche amphicotyle Keimlinge besitze ich auch von *Antirrhinum majus*, *Raphanus Raphanistrum* u. a.; bei *Centranthus macrosiphon* fand ich sie in auffallend grosser Anzahl (Tafel II, Fig. 3 und 4).

Tricotylie und Syncotylye können an demselben Individuum vereinigt sein, die beiden Samenlappen sind dann verwachsen, während der eine gespalten ist. Es entsteht dadurch ein einziges, dreizipfeliges Keimblatt. Eine vollständige Reihe aller hier möglichen Fälle besitze ich nur für *Polygonum Convolvulus*; weitere trisyncotyle Beispiele lieferten mir *Chenopodium album* und *Thrinicia hirta*. Tetrasyncotylen habe ich noch nicht aufgefunden.

Die namhaft gemachten Cotylvarianten sind diejenigen, welche bei meiner Methode ausgewählt werden. Auf bunte resp. ganz weisse oder gelbe Keimlinge stösst man häufig, bisweilen sieht man Auswüchse auf den Keimblättern (z. B. *Scabiosa atropurpurea*) oder umgeschlagene Ränder und Spitzen (*Helianthus annuus*), u. s. w. Diese und ähnliche Abweichungen lassen aber keine Beziehungen zu Zwangsdrehungen vermuthen.

Es ist mir nicht bekannt, ob entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über Tricotylen und Syncotylen vorliegen, und was diese uns über das Wesen dieser Abweichungen lehren können. Bei der Möglichkeit, diese Variationen zu fixiren, wäre eine solche Untersuchung, in Bezug auf Material, sehr gut auszuführen. Es leuchtet

aber ein, dass beide Abweichungen in Beziehung stehen können zu Variationen der Blattstellung. Und da die Zwangsdrehung auf das Eintreten der spiraligen Blattstellung an Arten mit decussirten oder wirteligen Blättern beruht, so ist die Vermuthung berechtigt, dass tricotyle und syncotyle Keimpflanzen eine grössere Aussicht auf solche Torsionen bieten werden, als normale. Diese Vermuthung ist durch die weiter unten mitzutheilenden Erfahrungen völlig bestätigt worden.

Zu den Einzelheiten der Methode übergehend, kommt es vor Allem darauf an, von jeder Art mehrere Tausend Samen auszusäen. Nur selten kann man sich hinreichende Mengen durch Tausch oder durch Einsammeln im Freien verschaffen; am einfachsten ist es, die Samen bei einer der grösseren Samenhandlungen zu kaufen¹⁾. Ich bezog von jeder Art meist 20 g, bei wichtigen oder bei grosskörnigen Arten mehr. Die meisten fraglichen Arten enthalten auf 20 g zwischen 10 000 und 30 000 Samen, kleinkörnige Arten, wie *Antirrhinum majus*, oft weit über 100 000 Samen. Die ganze Menge wird in Samenschalen oder grösseren hölzernen Behältern ausgesät, und zwar ziemlich dicht, jedoch so, dass die Keimpflanzen nachher bequem auszusuchen sind.

Viel geringere Mengen von Samen sollte man in der Regel nicht nehmen, denn nur wenige Arten fand ich so reich an Cotylvarianten, dass man auf solche in jedem Tausend von Keimlingen mit Sicherheit rechnen kann (so z. B. *Fedia scorpioides*, *Antirrhinum majus*, *Scabiosa atropurpurea*). Auch mag die Bezugsquelle auf diese Verhältnisse einen bedeutenden Einfluss haben.

Sobald die jungen Pflänzchen ihre Samenlappen entfalten, werden die normalen sämtlich ausgejätet, und die Varianten, nachdem sie hinreichend erstarkt sind, einzeln in kleine Töpfe ausgepflanzt. Oft lieferte eine Art nur einzelne Varianten, z. B. *Dracocephalum moldavicum* nur ein hemitricotyles Exemplar auf 20 000 Samen, oft zehn oder mehr, selten jedoch mehr als zwanzig. Im Ganzen erzog ich z. B. im Jahre 1892 etwa 200 Cotylvarianten aus gekauften Samen (von 36 Arten, deren aber einige ausnahmslos normal keimten).

In den meisten Arten walteten die Keimlinge aus der tricotylen Gruppe unter den Varianten vor, in anderen aber die Syncotylen (z. B. *Scabiosa atropurpurea*, *Valeriana alba*, *Centranthus macrosiphon*).

Es leuchtet ein, dass nicht sämtliche Cotylvarianten bei der späteren Cultur Zwangsdrehungen bilden. Solches thun im Gegentheil stets nur einzelne unter ihnen. Unter den soeben genannten 200 Varianten meiner Cultur von 1892 hatte ich etwa 20 Exemplare

1) Weitaus die meisten Samen für diese Versuche bezog ich von der Firma F. JÜHLKE Nachfolger in Erfurt, welche ich allen denjenigen empfehle, welche meine Versuche wiederholen wollen. Ferner von HAAGE & SCHMIDT, ebendasselbst, von VILMORIN-ANDRIEUX & Co. in Paris, u. A.

mit Zwangsdrehung; diese war aber nur in einigen Individuen sehr schön, in anderen nur in geringem Grade entwickelt. Auch liefern einzelne Gattungen und Arten viel eher Zwangsdrehungen als andere; am häufigsten fand ich sie z. B. bei *Collinsia*-Arten und bei *Scabiosa atropurpurea*.

Hat man bei einem ersten Versuche seinen Zweck nicht erreicht, so kann man ihn in zweifacher Weise wiederholen. Von einzelnen Arten (*Fedia scorpioides*, *Scabiosa atropurpurea*) kaufte ich im zweiten Jahre wiederum Samen, und dann in grösserer Menge, von anderen aber sammelte ich Samen auf den Cotylvarianten des ersten Jahres, säete diesen in derselben Weise aus und wählte wiederum nur die Tricotylen und Syncotylen zum Auspflanzen. Ich hatte somit eine zweite Generation von Cotylvarianten, und es scheint mir, nach meinen bisherigen Erfahrungen, dass diese an schönen Zwangsdrehungen reicher ist, als die erstere (z. B. *Centranthus macrosiphon*, Tafel II, Fig. 1 und 2); auch ist dieser Process namentlich bei solchen Arten zu empfehlen, deren Samen arm an Varianten sind. So erhielt ich von *Dracocephalum moldavicum*, wie oben erwähnt, anfangs nur eine, und zwar nur eine hemitricotyle Keimpflanze, aus ihrem Samen aber zwei hemitricotyle und fünf tricotyle Individuen, welche aber noch keine Zwangsdrehung gaben, aber mit deren Samen beabsichtige ich den Versuch fortzusetzen¹⁾. Wie man sieht, kann man im Laufe einiger Generationen die Anzahl der Versuchspflanzen derart vermehren, dass die Aussicht auf den gewünschten Erfolg bedeutend grösser wird.

Die Erbkraft der Cotylvarianten, welche man in gekauften Samen beobachtet, ist in der Regel eine sehr befriedigende. Man kann sie natürlich nicht nach der procentischen Anzahl der Varianten unter den Keimlingen jenes Samens beurtheilen, sondern erst nach der betreffenden Zahl in ihren eigenen Nachkommen, nachdem man sie isolirt hat blühen lassen. In dieser Weise erhielt ich aus den Samen gekaufter tricotyler Exemplare die folgenden Procentzahlen tricotyler Keimlinge:

Antirrhinum majus 1—14 pCt., *Asperula azurea* 1,8 pCt., *Collinsia bicolor* 7 pCt., *C. grandiflora* 3 pCt., *C. heterophylla* 0,6 pCt., *C. violacea* 0,9 pCt., *Lychnis fulgens* 5 pCt., *Pentstemon gentianoides* 2,9 pCt. Ferner aus Syncotylen bei *Valeriana alba* 3 pCt. und bei *Centranthus macrosiphon* die auffallend grosse Anzahl von 37 pCt. syncotyler Nachkommen²⁾.

Sobald in einer Aussaat die Zahl der Cotylvarianten hinreichend

1) Eine Zwangsdrehung von *Dracocephalum speciosum* wurde beschrieben von CH. MORREN, Bull. Acad. Roy. Belg. T. XVIII.

2) Die Mutterpflanze war syncotyl, im Hauptstamm dreizählig, in einem Seitenzweige fasciirt. Ihre Samen ergaben 99 Keimpflanzen, von denen 24 syncotyl, 13 amphicotyl, 2 tricotyl, 3 hemitricotyl und die übrigen 57 normal waren.

gross ist, kann man auch unter ihnen eine Wahl treffen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass schwache Keimpflanzen eine geringere Aussicht geben auf schön ausgebildete Zwangsdrehungen, wie sie ja auch im Allgemeinen weniger zu Bildungsabweichungen geneigt sind. Sie sind somit, wenn möglich, zu verwerfen. Ebenso stehen die Hemitricotylen in Werth bei den Tricotylen bedeutend zurück. Und wenn eine Art sowohl diese als auch Syncotylen giebt, scheint die Aussicht der letzteren auf Zwangsdrehungen erheblich grösser zu sein (z. B. *Scabiosa atropurpurea*), ein Satz, dessen Prüfung und theoretische Begründung ich mir erlaube den Herren Morphologen zu empfehlen.

Ausser Zwangsdrehungen erhält man bei diesen Versuchen noch verschiedene andere Bildungsabweichungen. Namentlich Fasciationen, welche sogar häufiger sind als die Torsionen, wodurch meine Methode auch zum Aufsuchen verbänderter Stengel bei im Voraus gewählten Arten gelegentlich benutzt werden könnte. Ferner sind dreigliedrige Blattwirtel im Hauptstamm bei Tricotylen allbekannt; sie kommen bisweilen auch bei Syncotylen und nicht gerade selten auch an Seitenzweigen vor. Bei *Scabiosa atropurpurea* auch viergliedrige Hauptstämme; ebenso gespaltene Blätter (*Dianthus barbatus*, *Lychnis*, *Polygonum Fagopyrum*, *Collinsia heterophylla*, *Anagallis grandiflora* u. s. w.). Auch zusammengewachsene Blätter und Ascidien kommen vor, wenn auch selbstverständlich seltener. Am häufigsten waren diphyllle Becher an tricotylen *Dianthus barbatus*, bei welcher Art sie auch sonst bekannt sind, Becherbildungen an tricotylen *Anagallis grandiflora*, während *Collinsia violacea* und *Viscaria coerulea* Beispiele von seitlichem Zusammenwachsen der beiden Blätter eines Paares lieferten (erstere Art an einer syncotylen, letztere an einer tricotylen Pflanze). Kleine Abweichungen von der normalen Blattstellung sind gleichfalls nicht gerade selten.

Es ist wichtig, hervorzuheben, dass alle diese späteren Abweichungen an Cotylvarianten eine offenbare genetische Beziehung zu der Spaltung resp. zu der Symphyse aufweisen, welche in den Keimlingen bereits die Merkmale für die Auswahl lieferten. Man darf somit einen ursächlichen Zusammenhang zwischen beiden Gruppen von Erscheinungen annehmen. Andere, mit diesen nicht zusammenhängende Bildungsabweichungen habe ich bei Cotylvarianten zwar auch bisweilen beobachtet (z. B. bunte Blätter, durchwachsene Blüten und Blütenköpfchen), aber nicht häufiger als sonst.

Ferner ist hervorzuheben, dass jede Art (oder doch jede käufliche Rasse) vorzugsweise immer dieselben Abweichungen entwickelt. Sowohl Zwangsdrehungen als Fasciationen treten an bestimmten Arten relativ häufig, an anderen nur selten auf. Es deutet dies darauf hin, dass die betreffenden Variationen oft bereits zu einem gewissen Grade fixirt sind. Arten, bei denen dieses am meisten der Fall, werden die Abweichungen selbstverständlich am leichtesten zeigen.

Sobald es gelungen ist, eine Zwangsdrehung an irgend einer Art zu erhalten, kann man selbstverständlich versuchen, davon eine mehr oder weniger constante Rasse zu erzeugen. In diesem Falle verliert aber der Zusammenhang zwischen der Torsion und den Cotylvariationen seinen Werth, und thut man am besten, die Nachkommen so zahlreich wie möglich zur völligen Entfaltung zu bringen. Es ist dieses erklärlich, wenn man bedenkt, dass die Wahl der Cotylvarianten aus gekauften Samen nur dazu dient, die Aussicht auf Zwangsdrehungen zu vergrössern, und dass auch unter den Varianten stets nur einzelne wirkliche Zwangsdrehungen erzeugen.

In meiner tordirten Rasse von *Dipsacus sylvestris* sind die tricotylen Exemplare in Bezug auf Zwangsdrehung nicht bevorzugt; ebenso wenig Nutzen hatte die Auswahl von Tricotylen bei fasciirten Rassen von *Crepis biennis*, *Aster Tripolium*, *Taraxacum officinale* u. a. Auch bei *Celosia cristata* fand ich die tricotylen Keimpflanzen in Bezug auf die Fasciation nicht besser als die normalen.

Ich komme jetzt zu dem zweiten Princip meiner Methode: gute und starke Düngung. Diese gehören ja beide bekanntlich zu den wichtigsten Hilfsmitteln, um zahlreiche und schöne Bildungsabweichungen zu erhalten.

Die Samen wurden im Mai oder April in warmer Lage ausgesät, und die Keimlinge, sobald die Samenlappen hinreichend entfaltet waren, einzeln in kleine Töpfe (etwa 9 cm Höhe und Weite) ausgepflanzt. Die dazu benutzte Erde war gute Blatterde, der auf das Liter 10 g trockener und gemahlener Rinderguano und 10 g gedämpftes Hornmehl zugesetzt war. Diese sehr starke Düngung vertrugen die Pflanzen mit Ausnahme weniger Exemplare; es kam ja darauf an, die Nährstoffe und namentlich den Stickstoff bis nahe an die Grenze des Zuträglichen hinauf zu führen. Es ist besser einige wenige Individuen zu verlieren, als die übrigen nicht so stark wie möglich anzutreiben. Meine Pflanzen wuchsen fast stets kräftig und rasch und gelangten zu sehr üppiger Entfaltung und reicher Verzweigung.

Bei der weiteren Cultur werden die Töpfe in sonniger Lage unter Glas gehalten, bis sie Ende Mai oder Anfang Juni in's Freie gelangen. Die Bildungsabweichungen im Hauptstamm und den stärkeren Seitenzweigen sind dann bereits angelegt, oft schon grösstentheils sichtbar. Die Beete werden mit denselben Düngemitteln gedüngt, und zwar kommen dabei 2 kg Rinderguano und 1 kg Hornmehl auf je 8 qm. Die so behandelten Pflanzen wachsen noch sehr bedeutend und pflegen eine reiche und frühe Samenernte zu liefern. Die bei so starker Düngung hervorgebrachten Samen liefern kräftigere Keimpflanzen als gekauftes Saatgut, und es sind dadurch in der zweiten Generation die Aussichten auf schön ausgebildete Zwangsdrehungen ganz wesentlich erhöht.

Ich habe bis jetzt die folgenden Fälle von Zwangsdrehungen an Cotylvarianten erhalten:

I. Zwangsdrehungen an tricotylen Individuen.

A. In erster Generation.

Anagallis grandiflora. Zwei hemitricotyle Exemplare gaben an einzelnen Zweigen geringe Drehungen bei spiraliger Blattstellung über eine Länge von 1—2 cm. Zwangsdrehung ähnlich, wie sie für *Gurztia oleifera* im Botanisch Jaarboek Dodonaea 1892, Taf. XIV, Fig. 3, abgebildet wurde.

Collinsia bicolor. Zwangsdrehungen sind an tricotylen und hemitricotylen Pflanzen nicht selten. Am schönsten, wenn sie in der Basis des Hauptstammes ausgebildet sind, häufiger, aber weniger ausgedehnt, in dessen Gipfel und in den Seitenzweigen. Torsion im Hauptstamm nach dem Typus: *Dipsacus*, aber mit häufigen Unterbrechungen, in den Inflorescenzen nach dem Typus: *Lupinus*. Auch die Varietät *C. bicolor alba* lieferte an Cotylvarianten Zwangsdrehungen.

Collinsia heterophylla. Zwei Fälle von Zwangsdrehung in den Blüthenzweigen einer tricotylen Pflanze. Bau wie bei der vorigen Art.

Collinsia violacea. Aehnliche Torsionen an den Blüthenzweigen zweier hemitricotylen, dreier tricotylen und einer tetracotylen Pflanze, theilweise in sehr schöner Ausbildung.

Dianthus plumarius. Ich erzog 15 tricotyle Exemplare dieser erst im zweiten Jahre reichlich blühenden Art zur Blüthe und erhielt davon fünf Blüthenstengel mit localen Zwangsdrehungen. Diese waren nach dem in PRINGSHEIM's Jahrbüchern Bd. XXIII, Tafel X, Fig. 7 und 8 für *Dianthus Caryophyllus* abgebildeten Typus gebaut, jedoch viel schwächer entwickelt, da ich die Pflanzen im Freien ohne jede Sorge hatte überwintern lassen.

Fedia scorpioides. Im Jahre 1892 erzog ich zehn tricotyle und 16 hemitricotyle Exemplare bis zur Samenreife. Von den ersteren ergaben zwei, von den letzteren sechs Pflanzen Zwangsdrehungen, theils im Hauptstamm, theils in den Zweigen. Sie waren ausgebildet nach dem Typus: *Urtica*, also unter Erhaltung der decussirten Blattstellung. Die tordirten Strecken waren kurz, aber auf etwa die doppelte normale Dicke angeschwollen. (Tafel II, Fig. 5).

Im Jahre 1893 wiederholte ich den Versuch mit zehn tricotylen Pflanzen aus von Neuem gekauftem Saatgut und erzog daneben zehn normale Keimlinge aus der nämlichen Aussaat zur Controlle. Nur unter den tricotylen fand sich nach abgelaufener Blüthe eine Pflanze mit Zwangsdrehung.

Scabiosa atropurpurea nana. Im Jahre 1892 erzog ich acht hemitricotyle und vier tricotyle Pflanzen. Von diesen gaben 6 der ersteren zusammen 8 Zweige und einen Hauptstamm mit Zwangsdrehung, während ein tricotylen Exemplar zwei derartige Aeste trug.

Da die Pflanze also sehr zu Torsionen geneigt schien, habe ich im nächsten Jahre eine grössere Menge von Samen aus Erfurt bezogen und eine etwas umfangreichere Cultur angelegt. Es war die Varietät *nana flore pleno* in gemischten Farben. Ich erhielt auf 40 g Samen 54 tricotyle, 87 tetracotyle und 9 syncotyle Keimlinge; daneben zahlreiche hemitricotyle, welche ich jedoch nicht auspflanzte. Ferner wurden zur Controlle 78 normale Keimlinge ausgepflanzt. Von den Tricotylen gingen später 20 durch einen Zufall verloren.

Zwangsdrehungen im Hauptstamm erhielt ich von 8 normalen und drei tricotylen und 4 syncotylen Keimpflanzen. Also etwa 10 pCt. der ersteren, 9 pCt. der zweiten und nahezu die Hälfte der syncotylen Gruppe. Die Syncotylen waren also offenbar in dieser Hinsicht bedeutend bevorzugt. Dazu kam, dass die Hauptstämme der normalen und tricotylen Keimlinge stets nur local, meist nur über kleine Strecken gedreht waren, während von den Syncotylen drei Stämme von ihrer Basis bis zur Spitze, d. h. bis zum Stiel des gipfelständigen Köpfchens in schönster Weise gedreht waren. In dem schönsten Falle, wo die Drehung völlig ununterbrochen war, hatte der Stamm demzufolge nur eine Länge von 5 cm, bei etwa normaler Blätterzahl (Tafel II, Fig. 6, wo *c* der Wurzelhals und *a* der Anfang des endständigen Blütenstieles ist; *c a* somit der ganze gedrehte Stamm.)

Genau dieselbe Bevorzugung zeigten die Syncotylen in ihren Seitenzweigen. Im Ganzen trugen die 78 normalen Keimlinge 10, die 34 tricotylen Exemplare 4 und die Syncotylen gleichfalls 4 Zweige mit localen Zwangsdrehungen. Auf je 100 Pflanzen berechnet hat man also etwa 13 resp. 12 Torsionen bei den beiden ersteren Gruppen, gegen 49 bei den Syncotylen.

Bei *Scabiosa atropurpurea* sind somit beim Aufsuchen von Zwangsdrehungen die syncotylen Keimlinge zu wählen. Sie geben eine gute Aussicht, trotz ihrer geringen Zahl. Die Tetracotylen gaben bei etwa gleicher Anzahl keine Torsionen, die bei dieser Art so sehr häufigen hemitricotylen und tricotylen Individuen gaben deren ebenso viele wie die normalen Keimlinge. Dass Zwangsdrehungen auch bei den letzteren bei dieser Art häufiger sind als bei den anderen Arten, mag wohl darin seinen Grund haben, dass die Cotylvarianten hier so zahlreich sind, dass gewiss ein grosser Theil der normalen Samen im gekauften Saatgut von solchen abstammt. In den Gärtnereien bei Erfurt fielen mir in den Beeten von *Scabiosa* die dreizähligen Individuen sofort auf.

Silene noctiflora. Im Herbste 1890 wurde Samen dieser Art in der Umgegend von Amsterdam im Freien für mich eingesammelt. Im Jahre 1891 erhielt ich hieraus unter etwa hundert Individuen noch keine Abweichungen.

Im Jahre 1892 keimten zwei Samen der vorjährigen Ernte mit je drei Samenlappen; das eine Exemplar war schwach und ging bald zu

Grunde, das andere entwickelte sich zu einer kräftigen Pflanze, welche im Juli an einem Seitenzweige eine schöne Zwangsdrehung nach dem Typus von *Urtica* und *Dianthus*, somit mit Erhaltung der decussirten Blattstellung, entwickelte (Tafel II, Fig. 8). Diese umfasste neun spiralig gestellte Blätter und verursachte mehrfache Knickungen und blasige Auftreibungen des Astes, welche stellenweise durch dünnere Internodien unterbrochen waren, ähnlich wie dieses für *Agrostemma Githago* im Botanisch Jaarboek Dodonaea 1892, Tafel XIV, Fig. 2 abgebildet worden ist. Im folgenden Jahre (1893) habe ich von dem Samen dieser Pflanze 300 bis 400 Exemplare erzogen, um zu versuchen, eine zwangsgedrehte Rasse zu bilden. Als Samenträger wählte ich dabei die Individuen aus, welche deutliche Drehungen zeigten, ohne dabei weiter auf die Cotylvarianten zu achten.

Zinnia elegans. Eine hemitricotyle Pflanze lieferte im Sommer 1891 sowohl im Hauptstamm als in den Aesten neben decussirten Blättern ein- und dreiblättrige Knoten und geringe, aber deutliche Zwangsdrehungen.

B. In zweiter Generation.

Asperula azurea setosa. 20 g gekaufter Samen lieferten etwa 3000 Keimlinge und darunter im Frühjahr 1891 sieben und bei einer Wiederholung 1892 nur vier Cotylvarianten, somit etwa 0,1—0,2 pCt. Ein tricotyles Exemplar von 1892 bildete eine kleine Zwangsdrehung nach dem für *Galium* bekannten Typus aus (Tafel II, Fig. 10); ein anderes gab in seinem Samen auf 1171 Keimlinge 21 Varianten, also 1,8 pCt. Es waren 3 hemitricotyle, 15 tricotyle und 3 tetracotyle Keimlinge. Unter diesen Pflanzen, welche also im Sommer 1893 blühten, war eine, und zwar eine tricotyle, welche wiederum eine schöne Zwangsdrehung hervorbrachte. Diese war ganz nach demselben für die Rubiaceen bekannten und z. B. für *Galium Aparine* (Bot. Jaarb. Dodonaea 1892, Tafel XV, Fig. 2) abgebildeten Typus gebaut. Als die Torsion völlig angelegt, aber noch ganz jung war, wurde leider der sie tragende Ast durch Wurmfrass verletzt; die Torsion wuchs dadurch nicht zur normalen Stärke an, sondern blieb klein. Auch gelangten die Samen dieser Pflanze nicht zur Reife. Fünfzehn, zur Controlle erzogene normale Keimlinge lieferten, trotz sehr üppiger Entwicklung, keine Torsionen.

Collinsia bicolor. Im Jahre 1891 hatte ich zwei tricotyle Keimlinge, aus deren Samen ich im folgenden Jahre wiederum nur die Tricotylen erzog. Es waren vier Exemplare, deren zwei je eine Zwangsdrehung hatten. Aus ihren Samen erhielt ich im Jahre 1893 zahlreiche Tricotylen (1,7 pCt. auf 2500 Keimlinge), einige Syncotylen, ein hemitricotyles und ein trisyncotyles Exemplar. Von diesen cultivirte ich nur eine tricotyle Pflanze weiter; sie bildete in ihrem Hauptstamm

eine Zwangsdrehung, welche nahezu die ganze Länge des Stammes umfasste.

Ueber Zwangsdrehungen bei dieser Species an Cotylvarianten in erster Generation vergleiche oben.

Mercurialis annua. In meiner Aussaat von 1892 waren unter mehreren Hundert Pflanzen zwei tricotyle Keimlinge, deren einer später männlich blühte, während der andere weiblich war. Letztere Pflanze bildete ihren Hauptstamm zu einer Fasciation aus; alle übrigen Exemplare blieben normal. Die tricotyle weibliche Pflanze lieferte nur wenig Samen, welche sämmtlich normal keimten. Ich erzog daraus 14 Pflanzen; sie entwickelten sich sehr üppig und brachten mehrere schöne locale, nach dem Typus *Urtica* gebaute Zwangsdrehungen hervor (Tafel II, Fig. 9), welche meist 6 bis 12 spiralig gestellte Blätter umfassten.

Viscaria oculata. Im Jahre 1891 erhielt ich von einer tricotylen und einer hemitricotylen Pflanze Samen, aus denen ich im nächsten Jahre zwei tricotyle Exemplare erzog. Von diesen bildete das eine eine kleine Zwangsdrehung nach dem Typus von *Urtica* und *Dianthus*. Die Blattspirale umfasste 6 Blätter (Tafel II, Fig. 7, Blattspirale 1—6), und schloss nach oben an einen dreigliedrigen Wirtel an. Der sie tragende Theil des Stengels war beträchtlich verkürzt und aufgeblasen, namentlich unter den Blättern 2 und 3. Die Pflanze lieferte nur wenig Samen, aus denen im Jahre 1893 lauter normale Individuen hervorgingen.

II. Zwangsdrehungen an syncotylen Individuen.

A. In erster Generation.

Anagallis grandiflora. Zwangsdrehungen an zwei Aesten einer syncotylen Pflanze. Dreissig normale Keimlinge blieben im späteren Leben, trotz sehr reicher Verzweigung und üppiger Entwicklung, ohne Bildungsabweichungen. Aber auch an den Cotylvarianten fand ich Zwangsdrehungen nur in dem erwähnten Falle, obgleich ich davon sowohl 1892 als 1893 ein Dutzend erzog.

Collinsia heterophylla, von welcher Art oben die Torsionen an einer tricotylen Pflanze erwähnt worden sind, brachte zwei ganz ähnliche Zwangsdrehungen in den Inflorescenzen einer syncotylen Pflanze.

Collinsia grandiflora. Geringe Zwangsdrehung in der Inflorescenz einer syncotylen Pflanze.

Scabiosa atropurpurea. Die schönen und verhältnissmässig häufigen Zwangsdrehungen der syncotylen Individuen dieser Art wurden bereits oben angeführt.

B. In zweiter Generation.

Centranthus macrosiphon albus. Die syncotylen und amphicotylen Keimlinge, welche bei dieser Art in so auffallend grossen Mengen auftraten, wurden bereits oben (S. 29, Note 2) besprochen. Im Jahre 1892

hatte ich aus gekauftem Saatgut eine syncotyle Pflanze erhalten, deren Stamm bis in die Inflorescenz dreizählig blieb, und welche einen bandförmig verbreiterten Seitenzweig bildete. Von den l. c. erwähnten Keimlingen dieser Pflanze wurden 1893 nur die syncotylen (24 Exemplare) und die amphicotylen (13 Exemplare) ausgepflanzt.

Unter den amphicotylen Individuen (Tafel II, Fig. 3) waren mehrere, deren Plumula nicht aus dem Becher hervorbrechen konnte; bei anderen geschah dieses so spät und so unvollständig, dass eine Weiterentwicklung unterblieb. Bei 7 Exemplaren gelang das Hervorbrechen, das durch einen seitlichen Spalt in dem Becherstiele stattfand (Tafel II, Fig. 4), in genügender Weise, um eine fernere, wenn auch mitunter schwache Entwicklung zu gestatten, doch gelangten diese Exemplare zur Blüthe.

Die Blattstellung im unteren Theile des Hauptstammes ist, im Anschluss an die verwachsenen Keimlappen, äusserst variabel. Von 15 darauf untersuchten Syncotylen war sie in 6 Individuen gleich anfangs normal, decussirt, in fünf anderen fing sie mit einem, in den vier letzteren mit 2—3 einblättrigen Knoten an, um erst darauf in die decussirte überzugehen. In dem oben erwähnten Individuum von 1892 war sie von unten bis oben dreizählig. Verbänderte Seitenzweige in dem abnormalen unteren Theile des Stammes waren in dieser Cultur gar nichts Seltenes. Aehnlich verhielten sich die Becherpflanzen in Bezug auf die Blattstellung im Stamme und die Verbänderung der Seitenzweige.

Von Zwangsdrehungen lieferte mir diese Cultur drei Beispiele. Ich erwähne zuerst ein amphicotyles Exemplar, welches in der Mitte des schwachen Hauptstammes eine ununterbrochene Spirale von fünf Blättern trug und hier durch die Torsion zu der doppelten Dicke des normalen Stammes blasig aufgetrieben war (Tafel II, Fig. 2).

Das zweite Beispiel war eine syncotyle Keimpflanze, deren Stamm, mit Ausnahme der drei untersten Internodien, völlig nach dem Typus von *Dipsacus* und *Valeriana* gedreht war (Tafel II, Fig. 1). Von den drei unteren Internodien trug das erste ein, die beiden anderen je zwei decussirte Blätter; dann folgte eine ununterbrochene, rechts ansteigende Spirale, welche sich bis hoch in die Inflorescenz fortsetzte. Der ganze Stamm mit seinen Gipfelblüthen erreichte dadurch nur eine Höhe von 20 cm, während die normalen Exemplare über 50 cm hoch wurden. Dagegen war er über einen grossen Theil seiner Länge bis zu 15 mm Durchmesser aufgetrieben und stark linksläufig tordirt. Die $\frac{5}{13}$ -Stellung der Blätter war an den Riefen des Stengels deutlich zu erkennen.

Das dritte Beispiel war eine syncotyle Pflanze mit drei unteren einblättrigen Knoten am Stamm, welche in der Achsel eines dieser Knoten einen Zweig mit Zwangsdrehung trug.

Collinsia bicolor, welche Art schon mehrere Male erwähnt wurde,

lieferte im Jahre 1892 einige Inflorescenzzweige mit Zwangsdrehung an einer syncotylen Pflanze, von deren Eltern 1891 der eine syncotyl, der andere tricotyl gewesen waren. Da die Eltern neben einander standen und ihre Samen gemischt eingesammelt waren, lässt sich eine weitere Entscheidung zwischen beiden Variationen nicht treffen.

C. In späteren Generationen.

Polygonum Fagopyrum. In meiner Monographie der Zwangsdrehungen habe ich auf S. 121 einen besonderen Typus uneigentlicher Zwangsdrehungen nach einem einzelnen Zweige dieser Pflanze aufgestellt. Es lag mir somit wesentlich daran, davon ein reiches Material zu besitzen. Ich habe nun dieses Ziel im Jahre 1893 erreicht mit einer Rasse, welche ich schon 1887 zu anderem Zwecke zu cultiviren angefangen hatte. Ich hatte in diesem Jahre eine syncotyle und fünf tricotyle Keimpflanzen auf Aeckern gefunden und in einen Garten versetzt. Sie trugen nur wenige Samen, welche 1888 sämtlich mit zwei freien Cotylen keimten. Die dritte Generation zeigte 1889 wieder Tricotylen und Syncotylen, und zwar in hinreichender Zahl, um nur diese auszupflanzen (12 Tricotylen und 6 Syncotylen). Ebenso 1890, in welchem Jahre auch eine Becherpflanze (amphicotyl) auftrat. Im Jahre 1891 pflanzte ich wiederum nur die tricotylen und syncotylen Keimlinge aus; in den beiden folgenden Jahren aber nur tricotyle Keimpflanzen von tricotylen Müttern und daneben auch normale Keimlinge von derselben Abstammung. In der letzten oder siebenten Generation trat nun die uneigentliche Zwangsdrehung, und zwar in sehr verschiedenen Graden der Ausbildung an zahlreichen Exemplaren auf. An zehn von den 41 Individuen zeigte sie sich im Hauptstamm, welcher dadurch abwärts gebogen wurde; an verschiedenen anderen Exemplaren in oft geringer Ausbildung in den Seitenzweigen.

III. Fasciationen.

Wie bereits erwähnt wurde, sind Verbänderungen des Stengels bei den Culturen von Cotylvarianten etwas so gewöhnliches, dass sie die Zwangsdrehungen an Häufigkeit weit übertreffen. Es lohnt sich nicht, die betreffenden Beobachtungen ausführlich zu beschreiben, doch will ich hier eine kurze Uebersicht darüber geben, um zu zeigen, auf welches Material sich mein Ausspruch stützt.

Ich fange mit einer tricotylen Keimpflanze von *Acer Pseudo-Platanus* an, welche ich 1887 auffand, und deren Hauptstamm anfangs dreizählig blieb, bis er im Sommer 1890 sich verbänderte. Diese Verbänderung wiederholte sich 1891, 1892, 1893, während jedesmal, sobald Spaltung eintrat, die Spaltäste bis auf den stärksten zurückgeschnitten wurden. Bei *Amarantus speciosus* fand ich seit 1889

Fasciationen jährlich an hemitricotylen und tricotylen Exemplaren, 1893 auch an tetracotylen; bei dieser Art kommen auch dreistrahligte Verbänderungen vor. *Antirrhinum majus* gab 1892 und 1893 an einzelnen tricotylen Exemplaren Verbänderungen. Von *Artemisia Absinthium* erzog ich zwei hemitricotyle Pflanzen, welche beide, vom zweiten Jahre an, schöne und zahlreiche Verbänderungen bildeten; übrigens ist diese Erscheinung bei dieser Art nicht gerade selten.

Bei *Asperula azurea* sind Verbänderungen an Cotylvarianten ziemlich häufig. Ich fand sie an Hemitricotylen, Tricotylen und Tetracotylen, sowohl in erster als in zweiter Generation, zusammen an 37 Cotylvarianten 28 verbänderte Zweige, während 15 normale sehr kräftige Controll-Pflanzen nur 4 solche Zweige trugen. Also 7,6 gegen 2,7 pCt. *Scabiosa atropurpurea*, Verbänderungen im Hauptstamm und den Seitenzweigen bei tricotylen und tetracotylen Individuen. *Dianthus plumarius* an einer hemitricotylen Keimpflanze eine Verbänderung, welche sich im nächsten Jahre wiederholte. *Collinsia heterophylla*, *grandiflora* und *violacea*, Verbänderungen an tricotylen Keimpflanzen, theils häufig und sehr schön. *Mercurialis annua* wurde bereits im vorigen Abschnitte erwähnt.

Tetracotyle Keimpflanzen gaben ferner Verbänderungen bei *Scrophularia nodosa* und *Collinsia violacea*, syncotyle bei *Anagallis grandiflora*, *Collinsia grandiflora*, und *Polygonum Fagopyrum*.

Erst in der zweiten tricotylen Generation erhielt ich Verbänderungen bei *Dracocephalum moldavicum* und *Lychnis fulgens*.

Zum Schlusse erlaube ich mir, darauf aufmerksam zu machen, dass die Stellung der Cotylen auf aufwärts verbänderten Stämmen noch einer eingehenden Forschung bedarf. Bei *Celosia cristata* stehen die beiden Samenlappen auf den schmalen Kanten des Stammes; dasselbe ist in meiner fasciirten Rasse von *Crepis biennis* der Fall, wo die Reihen der Seitenwurzeln eine Ermittlung gestatten. Bei tricotylen und namentlich bei tetracotylen Pflanzen scheinen aber verwickeltere Verhältnisse obzuwalten.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. *Centranthus macrosiphon*. $\frac{2}{3}$. Syncotyle Pflanze, deren Hauptstamm über nahezu die ganze Länge tordirt war. (Aug. 1893. Zweite Generation.)
a: Achselspross des Anfangsblattes der Spirale; *b*: zweite Windung; *c*: dritte Windung; *d* Schluss der Spirale; *e* dreigliedriger Wirtel oberhalb der Spirale.

- Fig. 2. *Centranthus macrosiphon*. Natürl. Grösse. Der tordirte Theil im Hauptstamm einer schwachen amphicotylen Pflanze; $a b d$ drei der fünf Blätter der Spirale; das fünfte Blatt ist in der Zeichnung weggelassen; $a' b' c' d'$ die Achsel sprosse der vier ersten Blätter der Spirale; h der Hauptstamm oberhalb des gedrehten und aufgeblasenen Theiles.
- „ 3. *Centranthus macrosiphon*. Natürl. Grösse. Eine amphicotyle Keimpflanze (Becherkeimpflanze). Bei a ist die Basis der von den Cotylenstielen gebildeten Röhre angeschwollen, sie umfasst hier die Plumula.
- „ 4. *Centranthus macrosiphon*. Natürl. Grösse. Aehnliche Keimpflanze. Die Plumula a ist seitlich aus dem Becherstiel hervorgebrochen. b erstes Blatt, b' dessen Achselspross.
- „ 5. *Fedia scorpioides*. Natürl. Grösse. Zwangsdrehung an einem Seitenzweige einer tricotylen Pflanze (Juli 1892). $a b c d$ die vier Blätter, welche eine ununterbrochene Linie, einen Theil einer links ansteigenden Spirale bilden; $a' b' c' d'$ ihre Achselsprosse. Dieser Stengeltheil angeschwollen, seine Riefen in rechts ansteigender Spirale. Die Verbindung der Blätter b und c als erhabene Leiste auf dem Stengel sichtbar bei e .
- „ 6. *Scabiosa atropurpurea nana*. Natürl. Grösse. Hauptstamm einer syncotylen Pflanze (August 1893). $a b$ unterer Theil des nackten Stieles des endständigen Blüthenköpfchens, negativ geotropisch aufwärts gedreht; c Wurzelhals. Der ganze Stamm trägt seine Blätter in einer einzigen, rechts ansteigenden Windung; Riefen stark links gedreht, stellenweise fast horizontal; 1—11 die Achselsprosse der auf einander folgenden Blätter. Blattstellung $\frac{5}{13}$.
- „ 7. *Viscaria oculata*. Natürl. Grösse. Seitenzweig einer tricotylen Pflanze (September 1892). 1—6 die Basen resp. Achselsprosse der aufeinander folgenden Blätter der Blattspirale. Zwischen 5 und 6 läuft die Spirale, rechts ansteigend, auf der Hinterseite des Zweiges.
- „ 8. *Silene noctiflora*. $\frac{2}{3}$. 1 bis 9 die auf einander folgenden Blätter der Spirale; $2'—9'$ ihre Achselsprosse; $a b$ das oberste Blattpaar unterhalb, 10, 11 das unterste Blattpaar oberhalb der Spirale; d blasig aufgetriebener, stark tordirter Theil des Stengels. Blattspirale links ansteigend; daher zwischen 1 und 2, sowie zwischen 3 und 4 in der Figur sichtbar.
- „ 9. *Mercurialis annua*. $\frac{2}{3}$. Zwangsdrehung an einem Aste einer männlichen, aus Samen eines tricotylen Exemplares gewonnenen Pflanze (September 1893). 1—8 der gedrehte Theil zwischen zwei langen, geraden Internodien; die Ziffern weisen die einzelnen Blätter der Spirale mit ihren Achselsprossen (meist 2—4 pro Blatt) an. Spirale rechts, Riefen des Stengels links ansteigend.
- „ 10. *Asperula azurea setosa*. Natürliche Grösse. Zwangsdrehung an einem tricotylen Exemplare. Blattstellung oberhalb der Cotylen decussirt; im tordirten Theile $\frac{5}{13}$. a, b, c Blättchen, welche den Anschluss der Blattspirale an das Blattpaar $p q$ vermitteln; 1, 2, 3, 4 Achselsprosse der Blätter in der Spirale. Spirale rechts, Riefen links ansteigend. Bei d biegt sich der Stamm geotropisch aufwärts; weiter hinauf folgen normale Blattpaare.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): de Vries Hugo

Artikel/Article: [Eine Methode, Zwangsdrehungen aufzusuchen. 25-39](#)