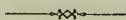


von dem mittleren Zipfel getragene Anthere nicht überragen. An *A. vineale* L. sind diese fadlichen seitlichen Zipfel der drei inneren Pollenblätter immer viel länger als der mittlere Zipfel, welcher die Anthere trägt.

1731. *Allium Scorodoprasum* L. — An den mit Sträuchern bewachsenen Seiten der Hohlwege und unter Gebüsch auf steinigten Plätzen zwischen den Weingärten, in den Lücken und an den Rändern der Wälder und in Holzschlägen. Im Gebiete selten. Im mittlungar. Berglande auf den Ofener Bergen und auf den Höhen bei Nadáp im Stuhlweissenburger Comitatus. Auf der Kecskemeter Landhöhe in dem Waldreviere zwischen Monor und Pilis, nach Menyhárt in der Gegend von Kalocsa bei Foktú und Batya, Keczel, D. Földvár und Nádudvar. Im Vorlande des Bihariagebirges bei Grosswardein. — Kalk, diluv. Lehm und Sand. 95—420 Meter.

Allium sativum L., *A. Ophioscorodon* Don., *A. Porrum* L., *A. Ascalonicum* L., *A. Schoenoprasum* L., *A. Ceba* L. und *A. fistulosum* L. werden in dem hier behandelten Gebiete allenthalben in Gemüsegärten, die beiden letztgenannten auch in Grosse auf Feldern gebaut. Insbesondere spielt die Zwiebelcultur im Tapiogebiete eine grosse Rolle, und im Herbste sieht man dort die eingheimsten Zwiebeln in allen Dörfern unter den vorspringenden Bächern der Häuser in dicht gedrängten Guirlanden aufgehängt. Auch in der Gegend von Kalocsa wird die Zwiebelcultur auf Feldern im Grosse betrieben. — Ueber 650 Meter gedeiht *A. Ceba* L. und *A. fistulosum* L. nur mehr schlecht und werden dieselben in diesen höheren Gebirgslagen als Culturpflanzen, auch nicht mehr angetroffen. — *A. sativum* L. dagegen sah ich noch in den Gemüsegärten bei den obersten Gehöften des Dorfes Vidra im Bihariagebirge bei 1188 Meter gezogen. — Nach Menyhárt Kalocsa Növ. p. 180 findet sich *A. sativum* L. im erzbischöflichen Parke in Kalocsa auch im verwilderten Zustande.



Beiträge zur näheren Kenntniss der Nutation.

Von Martin Wypel.

(Schluss.)

III. Rotationsversuche.

Angenommen, es wäre wirklich der Zug, den das Gewicht der Kotylen und des Perikarps auf den wachsenden Stengeltheil ausübt, die alleinige Ursache der Nutation, so müssten Keimlinge, welche gleich vom Samenstadium aus in einer Vertical-Ebene um eine horizontale Axe rotiren, keine Nutation zeigen, da in diesem Falle die Wirkungen der Schwerkraft durch die in jedem Zeitmomente veränderte Lage der Keimaxe gegen die Verticale aufgehoben werden. Es wurden deshalb in die senkrecht auf der Axe eines Stundenlaufwerkes befestigten Glascylinderchen gequollene Früchte von *Helianthus annuus*, *macrophyllus* und *globosus* bis zu drei Viertel ihrer Länge normal in die Erde gesteckt und sodann der ganze Rotationsapparat — bei

Ausschluss von Licht — so aufgestellt, dass die Axe, um welche die Keimlinge rotirten, horizontal war. Alle Keimlinge nutirten nun, in der Regel ohne Schlingenbildung, liessen jedoch eine Abhängigkeit der Nutationsebene von der Mediane nicht erkennen.

IV. Entlastungsversuche.

Da dieselben, im Dunkeln ausgeführt, die störenden Einwirkungen äusserer Einflüsse beinahe vollkommen ausschliessen und die Nutation in ihrer reinen Form auftreten lassen, so eignen sie sich vorzugsweise zur Constatirung spontaner Nutationen. Der einzige Uebelstand besteht darin, dass diese Versuche nur bei grösseren Samen resp. Früchten (annähernd von der Grösse der Früchte von *Helianthus argyrophyllus* angefangen) anwendbar sind, während sich bei kleineren Samen (*Viola tricolor*, *Linum*, *Pinus silvestris* etc.) Gegengewichte nur schwer anbringen lassen; aber gerade weil sie bei schwereren Samen gelingen, scheinen mir diese Versuche um so beweisender zu sein, als es eben die grösseren Samenarten von bedeutenderem Gewichte und derberem Perikarp sind, bei denen man eher an ein Zustandekommen der Nutation durch die Last der Kotylen zu denken geneigt wäre. Sollte die Nutation durch das Gewicht der Kotylen und des Perikarps hervorgerufen sein, so dürften Keimlinge, bei denen dieses Gewicht noch vor Beginn der Keimung, also auch der Nutation durch ein gleich grosses Gegengewicht aufgehoben wird, gar nicht nutiren. Der Versuch ergibt jedoch entgegengesetzte Resultate.

In das obere Ende gequollener Früchte von *Helianthus* wurde an der deutlich erkennbaren Griffelnarbe je eine feine, 35 Mm. lange, 0·3 Mm. dicke und 0·03 Grm. schwere Messingnadel (Insectennadel) so gesteckt, dass sie genau in die Verlängerung der Längsaxe des Samens fiel. Der in der Frucht steckende Theil der Nadel hatte eine Länge von höchstens 3 Mm. Von dem freien Ende derselben führte über einen in einer Höhe von 2 Dm. befindlichen horizontalen Glasstab ein Faden, an dessen Ende ein Gewichtchen befestigt war. Auf der einen Seite des Apparates wirkte also nach dem Hervorbrechen des Keimlings die Last der Kotylen mit dem Perikarp und das Gewicht der Nadel¹⁾, auf der anderen Seite das von Samen zu Samen verschieden gross gewählte Gegengewicht. Bei einiger Vorsicht konnte eine Verletzung der Kotedonen durch die Nadel vermieden werden, wenn nämlich dieselbe zwischen beiden Kotylen eingekeilt war, so dass sie nur von dem ziemlich derben Perikarp festgehalten wurde.

¹⁾ Das Gewicht der Kotylen und des Perikarps sammt der Nadel betrug nach zahlreichen Wägungen durchschnittlich 0·1 Grm. Bemerken will ich noch, dass das Gewicht einer Frucht von *Helianthus annuus* nach 24stündigem Quellen in reinem Wasser 0·065—0·072 Gramm (Mittelwerth aus je 100 Früchten) oder das Gewicht der Kotedonen sammt dem Perikarp eines circa 3 Cm. hohen Keimlings 0·075 Grm. (Mittelwerth aus je 10 Keimpflanzen) beträgt, wobei sich das Gewicht des Perikarps (0·015—0·019 Grm.) zu dem der beiden Kotylen annähernd wie 1 : 3 verhält.

Nachdem aus zahlreichen Einzelversuchen die Ueberzeugung gewonnen war, dass Keimlinge ungeachtet eines Gegengewichtes von 0.1 bis 0.7 Grm. (also des 1- bis 7fachen Gew. auf Seite des Keimlings) noch immer normal nutirten, wurde eine grössere Versuchsreihe mit 30 Samen veranstaltet, welche der Reihe nach mit Gegengewichten von 0.1—3.0 Grm. (1- bis 30fachen Gew. auf Seite des Keimlings) versehen wurden. Sie waren in einem grösseren Kistchen in Erde so gepflanzt, dass der oberste Theil derselben mit der ganzen Nadel in die Luft ragte und von einer Erdschichte nicht bedeckt war. Um ein Herausgezogenwerden der Samen bei grösseren Gegengewichten zu vermeiden, wurde die Erde seitwärts ein wenig festgedrückt. Die Keimlinge standen während der ganzen Versuchszeit, welche 18 Tage währte, in dunklem Raume; Temp. 14—16° C. Es ergab sich nun das überraschende Resultat, dass Keimlinge mit einem Gegengewichte von 2.3 Grm. (also dem 23fachen Gewichte auf Seite des Keimlings) noch nutirten, wenn auch nur mit einem Maximum des Nutationswinkels von 25—30°, was wohl dem etwas allzugrossen Gegengewichte zuzuschreiben ist. Bei einem Gewichte von 2.4—2.6 Grm. betrug der Nutationswinkel nur mehr ca. 5°. Es kann also als Maximum der Gegenbelastung, bei welchem noch deutlich Nutation eintrat, ein Gewicht von 2.3 Grm. angenommen werden, was jedoch nur scheinbar; thatsächlich aber war das von den nutirenden Keimlingen zu überwindende Gewicht mit Rücksicht auf die Reibung des Fadens und die Länge der Nadel bedeutend grösser, da letztere als einarmiger Hebel wirkte. Unter solchen Umständen ist der eigentliche Werth für die Kraft, mit welcher das Gegengewicht überwunden wird, ein Multiplum der durch das Gegengewicht selbst ausgedrückten Grösse. Es ist wohl nur eine annähernde Berechnung dieser Kraft möglich, da die Wirkung in diesem Falle nicht nur von der Länge der Nadel, sondern auch von der Grösse des jeweiligen Nutationswinkels abhängt; bei einem Winkel von 90° wird die Kraft jedenfalls grösser sein müssen, als bei 5—10°, um ein und dasselbe Gegengewicht zu überwinden: je grösser also der Winkel (im Bereiche von 0° bis 180°), eine desto grössere Kraft muss von Seite des Keimlings angewendet werden. Nach Ueberschreitung von 180° wirkt jedoch das bisherige Gegengewicht nunmehr in der Richtung der Nutation. Ein gewisser Bruchtheil der mit so bedeutender Intensität wirkenden Nutationskraft kann wohl auch der Nachwirkung des Krümmungsreizes zugeschrieben werden.

Diese Versuche warfen aber auch einiges Licht auf die Intensität jener Kraft in den einzelnen Stadien der Nutation. Denn die Zuwächse der Kraft, mit welcher die Nutation vor sich geht, sind in den einzelnen Stadien nicht gleich; ihre Grösse ist bei Beginn der Nutation noch gering, wächst jedoch bald auf ein Maximum, welches, individuell verschieden, annähernd bei einem Nutationswinkel von 90°—180° liegt (bei Pflanzen mit Nutation bis 180° näher der ersten, bei solchen mit Schlingenbildung, also Nutation über 180° näher der letzteren Grösse). Mit dem Ueberschreiten ihres Maximums nimmt

die Nutationskraft wieder rasch ab, bis sie gleich Null wird, was bei Pflanzen ohne Schlingenbildung noch vor Erreichen des Nutationswinkels von 180° eintritt, bei solchen mit Schlingenbildung aber bei einem Nutationswinkel von mehr als 180° liegt. Mit dem Maximum der Intensität ist aber noch nicht das Maximum der Krümmung erreicht, letzteres stellt sich erst mit dem Verschwinden dieser Kraft ein. Zu obigem Schlusse berechtigen folgende Thatsachen:

1. Die Versuche über die Wirkungen künstlicher, der Nutation entgegengesetzter Druckkräfte ergaben, dass in gewissen Fällen bei Anwendung künstlichen Druckes die Nutationskrümmung aufgehoben und eine derselben entgegengesetzte, durch die Richtung des Druckes bestimmte Krümmung eingeleitet werden kann; diess ist der Fall in den ersten Stadien der Nutation, wo der Winkel noch klein ist. Nähert sich jedoch die Nutation dem Maximum ihrer Intensität, so ist nur die Anwendung grösserer anhaltender Druckkräfte im Stande, die künstliche Krümmung beizubehalten, welche wohl nur als eine Nachwirkung des durch den Druck erzeugten Krümmungsreizes aufzufassen ist. Wenn nun die Intensität der Nutation grösser als die besagte Nachwirkung ist, was eben in letzterem Falle stattfindet, so wird die frühere, natürliche Nutationskrümmung wieder hergestellt, deren Intensität in den ersten Stadien der Nutation noch zu gering und die Biegungsfähigkeit des Stengelgliedes an dieser Stelle noch bedeutend war.

2. Wurden bedeutende Gegengewichte (über 2·3 Grm.) schon bei Samen, resp. Früchten angewendet, so nutirten die sich daraus entwickelnden Keimpflanzen nicht mehr oder nur ganz unbedeutend (höchstens 3° — 5° , also eine eben noch wahrnehmbare Grösse); auch zeigten Keimlinge, welche in den ersten Stadien der Nutation mit bedeutenden Gegengewichten versehen wurden, eine ansehnliche Verlangsamung derselben; oft wurde kaum ein Nutationswinkel von 45° erreicht. Diess gilt besonders für Gewichte von 2·3 bis 3·0 Gramm; bei letzterer Gegenbelastung war der schliessliche Nutationswinkel höchstens 5° . Dasselbe Verhalten zeigte sich bei einer bedeutenden Belastung nach dem Ueberschreiten des Maximums der Nutationskraft. Dagegen konnte das Gegengewicht weniger, etwa mit 1—1·5 Grm. belasteter und dabei 70° — 90° nutirender Keimlinge bedeutend, bis auf 2·5 und 2·7 Gr. erhöht werden, ohne dass ausser einer geringen Verlangsamung eine auffallende Störung im Verlaufe der Nutation wahrgenommen werden konnte. Diess gilt allgemein von den kräftigeren Keimlingen; bei schwächeren ist die Nutation ohnehin bedeutend geringer und kommt es auch verhältnissmässig seltener zur Schlingenbildung, da solche mit Gegengewichten versehen, häufig nur einen Nutationswinkel von 45° erreichen.

Im Allgemeinen bewirken bedeutendere Gegengewichte scheinbar einen rascheren, in der That aber langsameren Verlauf der Nutation, da in derselben Zeit, in welcher die zum Vergleiche aufgestellten unbelasteten Keimlinge oft bis 270° und darüber nutiren, die mit Gegengewichten versehenen höchstens 180° erreichen. Schlingen-

bildung, also Nutation über 180° , kam bei 64 so belasteten Keimlingen von *Helianthus annuus* nur zweimal, bei einem Versuche mit 5 Keimlingen von *Hel. macrophyllus* dagegen dreimal vor. Zweimal nutirten auch mit 0·3 und 0·5 Grm. belastete Keimlinge von *H. annuus* schon in der Erde.

Keimpflanzen von *Cynara Scolymus*, *Ceratonia Siliqua*, *Ricinus communis* und *Cucurbita Pepo* zeigten ein denjenigen von *Helianthus* gleiches Verhalten; nur scheint hier die Nutationskraft schwächer zu sein, da bei den unter dem Zuge eines Gegengewichtes stehenden eine Nutation bis 180° nur selten erreicht wird. Bei *Ceratonia* war der grösste erreichte Winkel ca. 120° , bei *Ricinus* jedoch 180° bei einer Belastung von 2·3 Grm.; letztere Krümmung erhielt sich durch einen Zeitraum von 4 Tagen. Bei den beiden letztgenannten Pflanzen könnte man wohl eher an eine durch die Last der Kotylen und der Samenhülle bewirkte Nutation denken, da ein gequollener Same von *Ricinus* durchschnittlich ein Gewicht von 0·547 Grm., von *Ceratonia* dagegen 0·282 Grm. besitzt, dabei aber der Querschnitt des hypokotylen Stengelgliedes an der Krümmung nicht grösser, bei *Ceratonia* meistens sogar kleiner als bei *Helianthus* ist; der Versuch ergab jedoch eine spontane Nutation. — Die zu diesem Versuche verwendeten Keimlinge verschiedener zur Gruppe I gehöriger Pflanzen zeigten jedoch trotz des Gegengewichtes beinahe durchgehends nicht einfache, sondern die undulirende Nutation, d. h. nebst der oberen Nutationskrümmung noch eine convexe Krümmung nach der Seite der nickenden Kotylen im unteren Theile des hypokotylen Stengelgliedes. Es existiren also auch keine weiteren Beziehungen zwischen der undulirenden Nutation und der Mediane der Keimlinge.

V. Zusammenfassung der Resultate und Schlussbemerkungen.

1. Die Nutation des hypokotylen Stengelgliedes vieler Pflanzen, deren Samen resp. Früchte denjenigen von *Helianthus* ähnlich gebaut sind, ist spontan; dafür sprechen folgende Thatsachen: normal gesetzte Keimlinge nutiren schon im Boden und drängen vor sich die Erde weg; schiefgepflanzte nutiren, wenn der Winkel des Samens mit der horizontalen nahe an 90° ist, oft nach einer der durch die Lage gegebenen entgegengesetzten Richtung; bei Keimlingen aus schief, doch mit der Wurzelspitze aufwärts gepflanzten Samen dringt die Wurzel häufig nicht, wie zu erwarten wäre, auf der dem Boden näheren, sondern auf der entgegengesetzten Seite in denselben; werden die Wirkungen der Schwerkraft durch Rotiren um eine horizontale Axe aufgehoben, so nutiren dessenungeachtet die Keimlinge; sie nutiren auch, wenn das Gewicht der Kotylen und des Perikarps durch ein Gegengewicht aufgehoben, ja selbst dann, wenn letzteres vervielfacht wird.

2. Die Nutationsebene aller untersuchten Keimlinge ist vollkommen unabhängig von ihrer Medianebene und kann mit ihr alle möglichen Winkel einschliessen; bei vielen Keimlingen zeigt sich sogar ein Vorwalten der Nutation senkrecht auf die Mediane. Eine

Ausnahme von dieser Regel bilden selbstverständlich Pflanzen mit gekrümmtem Embryo, in deren Samen also eine Nutation schon angedeutet ist (*Phaseolus*). Grossen Einfluss auf die Nutationsebene nimmt die Lage des Samens: ist bei schiefer Lage der Winkel desselben mit der Horizontalen klein, so erfolgt die Nutation gewöhnlich in der künstlich eingeleiteten Richtung.

3. Die Intensität, mit welcher die Nutation im Allgemeinen vor sich geht, ist eine sehr bedeutende; denn der Same vermag vor sich die Erde wegzudrängen und bedeutende Gegengewichte zu überwinden.

4. Die Intensität der Nutationskraft ist in den verschiedenen Stadien des Verlaufes, der Nutation nicht gleich; sie beginnt mit einem Minimum, wächst auf ein Maximum und nimmt dann wieder ab, bis die grösste Krümmung erreicht ist, wo sie gleich Null wird. Die schliesslich erreichte Grösse der Krümmung ist jedoch von Pflanze zu Pflanze verschieden: *Helianthus*, *Linum* nutiren oft bis 270° und darüber, *Ceratonia*, *Ricinus*, *Cucumis*, *Cynara*, *Pyrus* und die Coniferen nur bis 180° . Bei den Coniferen tritt ausserdem die Nutation verhältnissmässig erst spät auf, da das hypokotyle Stengelglied bei Beginn derselben häufig schon eine Länge von 1—2 Cm. hat; auch da ist die Nutation nicht einfach, sondern undulirend.

Man wird wohl für das hypokotyle Stengelglied aller oder wenigstens der meisten Pflanzen, deren Samen, resp. Früchte, länglich, mit einer geraden, in der Axe des Samens liegenden Samenknospe ausgestattet sind, ein dem früher beschriebenen gleiches Verhalten annehmen können. Es gehören dahin die meisten Compositen, Berberideen, Rosifloren, Euphorbiaceen, Caesalpineen, Plantagineen, Dipsaceen, Cucurbitaceen, Campanulaceen, Violaceen, Tiliaceen, viele Umbelliferen etc. Die Ansicht von der Nothwendigkeit einer Uebereinstimmung der Nutationsebene mit der Mediane des Keimlings verliert an Bedeutung, wenn man berücksichtigt, dass die von dem Keimlinge einzuhaltende Nutationsebene in vielen Fällen demselben schon im Samen vorgeschrieben ist. Es sind diess Keimlinge, welche nicht in obige Kategorie gehören und schon im Samen nutiren; bei manchen Samen zeigt das hypokotyle (*Aesculus*, *Thlaspi*, *Turritis*), bei anderen nur das epikotyle Stengelglied (*Phaseolus multiflorus*) eine Krümmung im Samen, bei noch anderen sind beide Stengelglieder gekrümmt (*Phaseolus vulgaris*).

Wichtiger ist jedoch das Verhältniss der im Samen angedeuteten Nutationsebene des hypokotylen Stengelgliedes zur Mediane des Keimlings, wonach man zwei Gruppen von Pflanzen unterscheiden kann:

- a) in deren Samen eine Nutation in der Mediane angedeutet ist, z. B. *Phaseolus vulgaris*, *Astragalus*, *Melilotus*, *Coronilla*, *Rhus*, *Geranium pratense*, unter den Cruciferen die De Candolle'sche

Gruppe der Pleurorhizeae (*Iberis*, *Cheiranthus*, *Cochlearia*, *Caramine*, *Arabis*) etc. und

- b) in deren Samen eine Nutation senkrecht auf die Mediane ausgeprägt ist: *Cannabis*, *Mirabilis*, *Convolvulus*, unter den Cruciferen die Gruppe der Notorhizeae (*Camelina*, *Capsella*, *Lepidium*, *Isatis*, *Erysimum*), der Orthoplacae (*Brassica*, *Sinapis*, *Raphanus*, *Rapistrum*) und der Spirolobeae (*Bunias*), ferner *Scleranthus*, *Morus*, *Saponaria*, *Silene*, *Cerastium*, *Lychnis*, *Abutilon*, *Hibiscus* etc.

Die Grösse der im Samen angedeuteten Krümmung ist zwar in der Regel von Art zu Art verschieden und man findet alle Zwischenstadien von ganz geringen (3—5°) bis zu Krümmungen von 180° und darüber; doch schwankt der Winkel wenigstens innerhalb eines Genus, oft aber auch innerhalb einer ganzen Familie nur unbedeutend. Es sollen nun einige diessbezügliche Beispiele angeführt werden.

- a) Pflanzen, deren Embryo nur wenig, doch merklich gekrümmt ist¹⁾: *Echium*, *Myosotis*, *Nicotiana*, *Gratiola*, *Antirrhinum*, *Olea*, *Leontodon*, *Tragopogon*, *Oxalis*, *Coriandrum*, *Lythrum*, *Mespilus*, *Spiraea* etc.
- b) Krümmungen zwischen 45 und 90° finden sich bei *Ruta graveolens*, *Amorpha*, *Ononis*, *Pisum* etc.
- c) Zwischen 90 und 180° nutiren: *Cannabis*, *Geranium*, *Convolvulus*, *Scleranthus*, *Morus*, *Mirabilis*, *Abutilon*, *Hibiscus*, *Malva*, *Lavatera*, viele Papilionaceen und Cruciferen.
- d) Kreisförmig gekrümmte oder spiralig eingerollte Embryonen besitzen *Solanum*, *Atropa*, *Datura*, *Myrtus Pimento*, *Atriplex*, *Chenopodium*, *Alsine*, *Bunias* etc.

Auch die undulirende Nutation findet sich angedeutet in den Samen von *Bunias*, *Chenopodium*, *Axyris*, *Rumex*, *Polygonum*. Unter den Monokotyledonen ist der Embryo bei den Potamogetoneen, dann bei *Alisma* und *Sagittaria* gekrümmt.

Die bei der Keimung sich vollziehende Nutation dieser Pflanzen besteht nun in der Regel in der directen Fortsetzung der im Samen angedeuteten Krümmung bis 180°; ist jedoch schon im Samen eine Krümmung von 180° oder darüber erreicht, so wird dieselbe nicht mehr fortgesetzt, sondern bloss aufgelöst. Stets wird auch die dem Keimling schon im Samen vorgeschriebene Nutationsebene eingehalten. Es gibt jedoch auch Pflanzen mit gerader Samenknospe, deren Samen schon äusserlich eine unregelmässige Ausbildung nach einer Seite hin zeigen; dahin gehören z. B. *Amygdalus communis* und *nana*, *Androsace*, *Anemone*, *Rhamnus* und überhaupt Pflanzen, deren Embryo zwar gerade ist, doch nicht genau in der Axe des Samens liegt. Denkt man sich z. B. durch den geraden Embryo von *Amyg-*

¹⁾ Die Krümmungsverhältnisse der nicht direct untersuchten Samen sind den Abbildungen von „J. Gärtner, De fructibus et seminibus plantarum etc.“ III. vol. entnommen.

dalus eine Ebene senkrecht auf die Mediane gelegt, so theilt dieselbe die Kotyledonen in zwei dem Gewichte und der Grösse nach ungleiche Theile, welche sich annähernd wie 1:4 verhalten; dadurch ist nun ein Uebergewicht nach der einen Seite hergestellt, und so die später einzuhaltende Nutationsebene bestimmt, ohne dass jedoch die Nutation selbst durch dieses Uebergewicht entstanden sein muss.

Bei vielen Samen mit gekrümmtem oder spiralgig eingerollten Embryo ist der Antheil des hypokotylen Stengelgliedes an dieser Krümmung nur ein geringer und es wird dieselbe häufig zum grossen Theile von den langen Kotyledonen gebildet. Diess ist beispielsweise der Fall bei *Bunias*, *Solanum*, *Atropa*, *Scleranthus*, *Stellaria*, *Rumex*, *Polygonum* u. s. f.; bei der Keimung wird dann auch die Krümmung der Kotyledonen aufgelöst. Man fasst nun gewöhnlich den Begriff der Nutation in ziemlich beschränktem Sinne auf, indem man darunter in der Regel nur eine Krümmung versteht, welche bloss von dem betreffenden Stengelgliede selbst ausgeführt wird, so dass z. B. bei einer Nutation von 180° die Vegetationsspitze nach abwärts gerichtet ist. Es kommen jedoch, wie soeben erwähnt wurde, im Samen angedeutete Krümmungen vor, welche sich vorzugsweise (in manchen Fällen ausschliesslich) nur auf die Kotyledonen¹⁾, beziehungsweise deren Stiele erstrecken. Diese Krümmungen werden bei der Keimung in der Regel fortgesetzt, oder wenn sie bereits im Samen 180° erreicht haben, nur aufgelöst. Es können aber derartige Krümmungen erst im Verlaufe der Keimung bei Pflanzen mit gerader Samenknospe entstehen; ein Beispiel hiefür bieten *Cynara Scolymus* und *C. Cardunculus*. Bei beiden beginnt die Nutation hart unter den Kotyledonen, deren Stiele noch wenig ausgebildet sind; die Krümmung wächst nun bis 180°, steigt aber dabei mit dem jetzt rascheren Längenwachsthum der Kotyledonarstiele immer höher, so dass in diesem Stadium der untere Theil der letzteren mit der zwischen denselben befindlichen Vegetationsspitze vollkommen aufrecht ist, und die Krümmung sich über derselben befindet. Später geht diese Krümmung von den Stielen auf die Kotyledonen selbst über, und steigt hier ebenfalls auf, bis auch diese wieder vollkommen gerade sind; sie beginnt also hart unter den Kotylen, noch im Bereiche des hypokotylen Stengelgliedes und endet am obersten Theile derselben. Oft wächst der hintere Kotyledonarstiel rascher als der vordere, so dass die nutirende hintere Keimblattspreite höher liegt, als die vordere, die Krümmung aber dessen ungeachtet bei beiden Blättern parallel sich vollzieht. Seltener kommt es vor, dass jede Keimblattspreite sich nach ihrer eigenen Seite hin krümmt. Aehnlich scheint sich *Rheum* zu verhalten. Auch bei *Raphanus* kommt häufig ein stärkeres Wachsthum des hinteren Kotyledonarstieles und ein Hinaufsteigen der schon im Samen angedeuteten Nutation von 180° bis unter die Keimblattspreite vor, worauf die Nutationskrümmung regelmäs-

¹⁾ Vielleicht ein Fall von Hyponastie beziehungsweise Epinastie im Sinne von Hugo de Vries (Arb. d. bot. Instit. in Würzburg. I. Band.)

sig aufgelöst wird. Man wird daher auch derartige, sich oft nur auf die Keimblätter oder deren Stiele erstreckende, in ihrem Verlaufe der gewöhnlichen Nutation vollkommen gleich sich verhaltende Krümmungen unter den allgemeinen Begriff der Nutationen bringen können, um so mehr, als sie ebenso wie diese spontan sind. Neben diesen oberen Krümmungen ist gewöhnlich noch die an der Vorderseite convexe Krümmung im unteren Theile des hypokotylen Stengelgliedes deutlich wahrzunehmen.

Aus Allem im-Vorhergehenden Gesagten resultirt also bezüglich der Nutation kein durchgreifender Unterschied zwischen Pflanzen mit geradem Embryo und solchen mit im Samen angedeuteter Nutation. Ein Unterschied liesse sich allerdings hinsichtlich ihrer biologischen Bedeutung für das epi- und hypokotyle Stengelglied feststellen. Für ersteres dient sie als Schutzeinrichtung gegen Verletzungen der Vegetationsspitze beim Durchdringen des Bodens, für letzteres aber dürfte wohl, wenn wir beispielsweise *Helianthus* betrachten, das derbe Perikarp resistenter sein und die obnehin nur wenig entwickelte, zwischen den beiden Kotylen wohl verschlossene Vegetationsspitze besser schützen und den vielfachen Hindernissen im Boden leichter Stand halten können, als der obere, an der Krümmung liegende, daher biegungsfähigste und über der Zone des grössten Wachstumes befindliche Theil des hypokotylen Stengelgliedes, welcher derartigen Verletzungen viel früher unterliegt. G. Haberlandt lässt diese Nutation, welche sich im Laufe der Zeit vererben kann, ursprünglich durch die Last der Kotylen und des Perikarps entstehen. Vererbt kann sie allerdings sein, jedoch nicht entstanden in Folge der Last der Kotylen, sondern vielmehr durch die sich dem Keimlinge beim Durchdringen des Bodens bietenden Hindernisse, welche eben eine Krümmung an der biegungsfähigsten Stelle des hypokotylen Stengelgliedes zur Folge hatten.

Noch auf eine andere Thatsache will ich aufmerksam machen. Für den ganzen Keimling nimmt man als Mediane die Berührungsebene der Kotedonen an, und doch sind dieselben für das hypokotyle Stengelglied die dasselbe nach oben abschliessenden Blätter, während diess für das epikotyle Stengelglied und die ersten Internodien nicht der Fall ist. Ein analogeres Vorgehen wäre es wohl, wenn man entsprechend dem hypokotylen Stengelgliede als Mediane für jedes Internodium die Berührungsebene der dasselbe nach oben abschliessenden Blätter annehmen würde; für das epikotyle Stengelglied würde sich dann als Mediane die Berührungsebene der Primordialblätter ergeben. Es hätte diess besonders für Pflanzen, bei denen nicht nur das epikotyle Stengelglied, sondern auch die höheren Internodien nutiren, einen praktischen Werth, da an den älteren Internodien häufig Torsionen wahrzunehmen sind, und so das wahre Verhältniss der Nutationsebene des jüngsten Internodiums nur schwer oder gar nicht zu eruiren ist. Unter dieser Voraussetzung würde das epikotyle Stengelglied von *Phaseolus* senkrecht zur Mediane nutiren, weil schon im Samen die Berührungsebene der beiden

Primordialblätter auf der der beiden Kotylen, also auch auf der Nutationsebene des epikotylen Stengelgliedes senkrecht steht; für die Nutation der weiteren Internodien lässt sich dann leicht die Berührungsebene der jedes einzelne derselben nach oben abschliessenden Blätter bestimmen.

Noch eine Bemerkung sei mir gestattet bezüglich der Nutation von Blütenknospen- und Blütenstielen. Bei einer ganz jungen, eine Nutationskrümmung von ca. 15° zeigenden, noch nicht geöffneten Blütenknospe von *Anemone pratensis*, wurde in der beim Entlastungsversuche beschriebenen Weise, doch ohne Anwendung einer Nadel ein Gegengewicht angebracht ¹⁾, welches doppelt so gross war, als das Gewicht einer vollkommen entwickelten Blüte (letzteres durchschnittl. 0.55 Gr.); nach zwei Tagen war die Krümmung trotz des Gegengewichtes auf ca. 45° gewachsen. Die Blütenknospenstiele von *Oxalis Acetosella*, *Cyclamen europaeum* zeigen immer, diejenigen von *Bellis perennis* häufig undulirende Nutation. Bei *Cyclamen* nutiren sowohl die Blüten- als auch die Blattstiele schon in den ersten mit freiem Auge wahrnehmbaren Stadien ihrer Entwicklung und zwar bis 180° , etwas später die Blütenknospen von *Oxalis* (bis 235°); die Nutation von *Bellis* beginnt erst bei einer Grösse des Blütenstieles von $\frac{3}{4}$ bis 1 Ctm. und scheint nur eine Grösse von $130-140^{\circ}$ zu erreichen; ebenso nutiren die Blütenstiele von *Geranium roseum* und sehr vielen *Pelargonium*-Arten ($90-130^{\circ}$). Bei *Euphorbia amygdaloides* und *Mercurialis perennis* ²⁾ zeigt der ganze Blütenstand undulirende Nutation, welche eine Grösse von 180° erreicht. Mit der weiteren Entwicklung der Blütenknospen wird (*Cyclamen* ausgenommen) auch die Nutation derselben ausgeglichen, welche im Gegensatze zu der von de Vries ³⁾ bei *Papaver dubium*, *Clematis*, *Anemone pratensis* beschriebenen nach meinen wenigen Beobachtungen spontan zu sein scheint, wenigstens ihr Zustandekommen nicht dem Einflusse von Licht und Schwerkraft verdankt.

Schliesslich halte ich es für eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Julius Wiesner, der mich bei Durchführung vorliegender Untersuchungen durch vielfache Rathschläge und Winke unterstützte, meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

¹⁾ Der Faden wurde direct am Blütenstiele, oberhalb der Krümmung, hart unter der Blütenknospe festgebunden.

²⁾ Auf die Nutation der letzteren machte mich Herr Dr. K. Mikosch aufmerksam.

³⁾ In den Arbeiten des bot. Instituts in Würzburg. I. Bd. p. 288 ff.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1879

Band/Volume: [029](#)

Autor(en)/Author(s): Wyplel Martin

Artikel/Article: [Beiträge zur näheren Kenntniss der Nutation. 41-50](#)