

Scheinbare Traumabewegungen von *Nymphaea*-Blattstielen.

Von Hermann Germ, Wien.

Mit 3 Abbildungen.

Schneidet man die Blätter von *Nymphaea alba* L. oder *Nymphaea*-Hybriden etwa 5 bis 10 cm unterhalb der Spreite ab und läßt die abgeschnittenen Blätter in normaler Stellung auf dem Wasser schwimmen, so sieht man einige Stunden später eine Reaktion der Blattstiele, die sonderbar aussieht und einer Zweckdeutung kaum zugänglich ist, ja widersinnig erscheint: Das

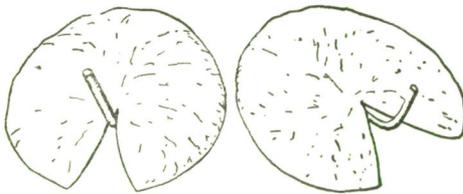


Abb. 1. *Nymphaea alba*.

Krümmung der Stiele an abgeschnittenen Blättern.

Rudiment des Blattstieles hat sich nach aufwärts gekrümmt und steht senkrecht aus dem Wasser heraus. Überläßt man das Blatt weiter seinem Schicksal, so erfolgt keine weitere Bewegung des Blattstieles und er vertrocknet in der einmal eingenommenen Stellung (Abb. 1).

Seit P. Starks Untersuchungen (1917, 1921) sind traumatropische (Darwinsche) Krümmungen verschiedener Pflanzenorgane, insbesondere von Wurzeln, Lehrgut der botanischen Physiologie. Zwischen dem Sitz des Traumas und der Krümmungsrichtung besteht ein eindeutiger Zusammenhang und zumeist erfolgt eine positive oder negative Krümmung (vgl. z. B. Benecke-Jost 1923; Boysen Jensen 1939; Troll 1948).

Traumanastische Bewegungen sind seit Fittings Untersuchungen (1904) an *Passiflora*-Ranken und Molischs Beobachtungen (1916) bei verschiedenen Pflanzen (an Blattstielen nach Abtrennung der Blattspreiten) bekanntgeworden. Diesen nastischen Bewegungen ist gemeinsam, daß sie stets in der gleichen Richtung in bezug auf die betreffende Pflanze erfolgen. „Und zwar ist hier für den Bewegungssinn bestimmend die Symmetrie der reagierenden Organe“ (Troll 1948, S. 623). „Die Bewegungen gehen immer in einer Ebene vor sich, die durch die innere Organisation des Organes bestimmt ist“ (Boysen Jensen 1939, S. 428).

Eine Ausnahme in dieser Hinsicht bilden nur die Primär- und Folgeblätter von *Phaseolus multiflorus*, wo die nyctinastischen Bewegungen durch den Schwerereiz in der Art modifiziert werden (Geonycetinastie), daß im

Umkehrversuch die Tages- zur Nachtstellung und umgekehrt abgeändert wird (vgl. Troll 1949).

Es liegt nahe, in der eingangs gezeigten Bewegung der Blattstiele von *Nymphaea* eine traumatische Krümmung zu vermuten, wobei sich freilich bei der Zuordnung Schwierigkeiten ergeben. Abgesehen davon, abgetrennte Pflanzenteile als organische Einheit betrachten zu wollen, findet sich sowohl bei den traumatropischen wie traumanastischen Krümmungsbewegungen kein Analogiefall. Es ergibt denn auch eine nähere Analyse, welche im folgenden kurz dargestellt werden soll, daß die Bewegung der Blattstiele von *Nymphaea* eine rein geotropische Krümmung ist, die durch das Trauma nur ausgelöst wird.

Kurze Analyse der Krümmungsbewegung.

Der Grundversuch: Blätter von *Nymphaea alba* oder *Nymphaea*-Hybriden werden 5 bis 10 cm (Länge etwa dem großen Radius des elliptischen Blattes entsprechend) unter der Spreite abgeschnitten und in einer tiefen Schale mit Wasser in normaler Stellung bei Zimmertemperatur (etwa 20°C) schwimmen gelassen. Nach etlichen (6 bis 12) Stunden ist der vordem in mehr oder minder abgewinkelter Stellung nach unten ragende Blattstiel senkrecht nach oben gekrümmt. Während anfangs der Blattstiel als ganzer bogig wird, streckt er sich, je höher er nach oben kommt, immer mehr, so daß er schließlich nach einer kurzen Phase der Überkrümmung senkrecht nach oben steht und die eigentliche Krümmungsstelle zumeist knapp unterhalb des Spreitenansatzes liegt.

Dreht man nun das Blatt um, so daß es mit der Unterseite nach oben auf der Wasseroberfläche schwimmt und das Blattstielfragment wieder in das Wasser eintaucht, so erfolgt innerhalb einer ähnlichen Zeitdauer wie vorhin eine neuerliche gleichverlaufende Krümmung des Blattstieles in negativ geotroper Richtung, so daß nach dieser Zeit Blattstiel und Blattspreite ihre ungefähr ursprüngliche Stellung wieder einnehmen; freilich ist der Winkel zwischen Blattstiel und Blattspreite nunmehr genau 90°, während in natürlicher Stellung zwischen Blattfläche und Blattstiel immer ein mehr oder minder größerer Winkel vorherrscht.

Eine neuerliche Umdrehung des Blattes bewirkt wieder wie zuerst eine Krümmung des Blattstieles nach oben. Es gelingt hintereinander auf diese Art, immer wieder den Blattstiel zu senkrechten Krümmungen nach oben zu bewegen.

Taucht man abgeschnittene Blätter tief unter das Wasser, so erfolgt die gleiche beschriebene Krümmungsbewegung. Wird das abgeschnittene Blatt sofort verkehrt auf die Wasseroberfläche gelegt, so daß also schon im Vorhinein der Blattstiel in die Luft ragt, so streckt er sich nur in die genau senkrechte Stellung.

Bewegungen des Blattstielfragmentes bei anderen Blattstellungen. Die betreffenden Versuche konnten, um ein Vertrocknen der Blätter hintanzuhalten, nur in tiefen Blechwannen mit gänzlich untergetauchten Blättern durchgeführt werden. Diese wurden in allen möglichen Haupt-

und Nebenachsen des Raumes fixiert und in allen Fällen erfolgte eine Wachs-
tumskrümmung des Stieles nach oben in eine senkrechte Stellung, wobei
also zwischen Blattspreite und Stiel alle nur möglichen Winkel entstanden.
In manchen Fällen gelang die Reaktion nicht restlos, doch spielt, wie wir
uns überzeugen konnten, auch das Alter der Blätter bei der Schnelligkeit
und dem erreichten Endstadium eine gewisse Rolle.

Bei Drehung am behelfsmäßigen Klinostaten — ein großes dicht ver-
schlossenes Gefäß vollständig mit Wasser gefüllt und darin ein Blatt
untergebracht, wobei das Gefäß auf einem Tische langsam weitergerollt wurde
— entstand keine Krümmung.

Es erscheint darnach kaum zweifelhaft, als richtungsbestimmenden Reiz
für die geschilderte Reaktion die Schwerkraft anzunehmen.

Temperatureinfluß. Entsprechende Versuche wurden bei 10°, 15°,
20°, 25° und 30° C durchgeführt. Die beste und „vollständige“ Reaktion —
Blattstiel senkrecht nach oben — erhielt ich bei diesen Versuchen nur bei
20° C! Bei höheren und tieferen Temperaturen kommt es wohl auch zu Krüm-
mungen aber eben nicht in jenem vollen Ausmaße, das in 20° C schon nach
durchschnittlich 7 Stunden (junge Blätter, Versuche im Juni 1949 und Juni
1950) erreicht wurde.

In einem bestimmten Versuch ergaben sich nach 12 Stunden folgende
Winkelabweichungen des Blattstieles am Schnittende von der Vertikalen:

Bei 10° C	ein Winkel von	35°	(annähernd gleichbleibende Stellung)
„ 15° C	„ „ „	60°	(der Blattstiel kommt mit seiner Schnittfläche gerade an die Wasser- oberfläche)
„ 20° C	„ „ „	180°	(Blattstiel senkrecht nach oben)
„ 25° C	„ „ „	100°	(der Blattstiel ragt nur wenig über die Wasseroberfläche)
„ 30° C	„ „ „	40°	(annähernd normale Stellung).

Nach weiteren 48 Stunden ergaben sich folgende Werte:

Bei 10° C	ein Winkel von	45°
„ 15° C	„ „ „	70°
„ 20° C	„ „ „	180°
„ 25° C	„ „ „	100°
„ 30° C	„ „ „	90°.

Man sieht aus diesem Versuch die verhältnismäßig große Temperatur-
abhängigkeit; insbesondere wären größere Unterschiede im Intervalle von
15° bis 25° C bei einer Wachstumsreaktion von Pflanzen, welche in unseren
Breiten zu Hause sind, nicht zu erwarten.

Andere Bedingungen. Es lag nahe, die Aufwärtskrümmung des Blatt-
stielrudimentes, die es an die Wasseroberfläche heranführt und heraushebt,
in dem Bestreben des Blattes nach Zufuhr von Luft (Sauerstoff) zu suchen.
Es wurde daher in einigen Versuchen am Blattstiel ein Gummischlauch be-
festigt, dessen zweites Ende an die Wasseroberfläche geführt wurde. Trotzdem

der Gummischlauch ein verhältnismäßig großes Gewicht ausmachte, erfolgte die Reaktion im vollen Umfange.

Sollte das in die großen Interzellularen von der Schnittfläche her eindringende Wasser als Reiz wirken, so mußte ein Verschmieren jener mit Lanolin eine Reaktion verhindern. Auch bei dieser Versuchsanordnung erfolgte die Krümmung im vollen Ausmaße.

Entfernt man von der Blattspreite einzelne Flächenstücke, also z. B. kleinere oder größere Ringe von außen, oder schneidet man die Blattrippen durch, so kommt es wohl auch zu Krümmungen des Stieles, die aber entsprechend dem geringeren oder stärkeren Grade der Verletzung immer schwächer werden. Daß eine intakte Blattspreite zum Gelingen der Reaktion notwendig ist, konnte oft an Blättern beobachtet werden, welche im Versuch gantztägig der Sonnenbestrahlung ausgesetzt waren. Die Reaktion trat während dieser Zeit gar nicht oder nur in sehr abgeschwächtem Maße ein.

Blattstiele ohne Spreite zeigten oft fast keine Reaktion.

Interessant war auch das Ergebnis von Versuchen, bei denen das abgeschnittene Blatt in der Art fixiert wurde, daß dem Blattstielfragment ein Hinaufkrümmen unmöglich gemacht wurde. Das geschah in der Art, daß in der Nähe der Schnittfläche ein Faden befestigt wurde, an welchem straff gespannt ein Gewicht am Grunde des Versuchsbeckens hing. Eine Krümmung kam nur in einem sehr geringen Ausmaße zustande, wobei entsprechend den mechanischen Gegebenheiten durch die Fixierung des Blattstieles die Blattspreite ein wenig schief gestellt wurde.

Gar keine Krümmung konnte bei abgeschnittenen Blättern beobachtet werden, welche mittels eines kurzen und streng passenden Gummischlauches mit dem unteren Fragment des Blattstieles unmittelbar nach dem Schneiden wieder fest verbunden wurden.

Höhlt man den Blattstiel aus oder entrindet man ihn, so erfolgen äußerst abgeschwächte Krümmungen, ebenso wenn man die Schnittfläche weiter stark verletzt.

Die gleiche Reaktion bei anderen Wasserpflanzen. Wie eingangs erwähnt, beschränkt sich die dargestellte Bewegung des Blattstieles nicht auf *Nymphaea alba* allein, sondern ebenso reagieren *Nymphaea*-Hybriden, aber auch andere Wasserpflanzen. Herr Obergärtner Griebel hatte die Reaktion abgeschnittener Wasserpflanzenblätter ebenfalls beobachtet. Ich erhielt vom Bot. Garten der Universität in Wien für meine Versuche unter anderem Blätter von *Nymphaea micrantha*, *Sagittaria sinensis*, *Nuphar luteum* und *Hydrocharis morsus ranae*. Sämtliche Blätter zeigten eine ähnliche Reaktion wie *Nymphaea alba*: Eine Aufwärtskrümmung des Blattstieles, welcher bei nachheriger Invertstellung des Blattes ebenso wie bei *Nymphaea* reagiert. Außerordentlich schnell und eindrucksvoll war die Reaktion bei *Hydrocharis morsus ranae*.

Keine Trauma-, sondern eine einfache negativ geotropische Wachstums-Bewegung. Wenn man Keimlingspflanzen von *Phaseolus vulgaris* in der Mitte des Hypokotyls durchschneidet und in einer feuchten Kammer an den Kotyledonen festheftet, krümmt sich im Verlauf einiger Stunden der Restteil des Hypokotyls nach oben und einige Tage später entstehen

mehr oder minder lateral geotropische Adventivwurzeln (Abb. 2). Diese scheinbar ebenfalls widersinnige Bewegung wird aber funktionell verständlich. Das nach der Abtrennung noch weiter wachsende Hypokotyl müßte durch die Fixierung oberhalb seiner Wachstumszone negativ geotropisch weiterwachsen; da eine Umkehrung der Wachstumsrichtung offenbar nicht stattfinden kann, erfolgt eine Krümmung des Stengels nach oben, wodurch die dem Stengel eigentümliche negativgeotropische Wachstumsrichtung wieder ermöglicht wird (vgl. hierzu auch Frank u. a. zit. in Benecke-Jost 1923, S. 272).

Ähnlich scheinen die Dinge bei den abgeschnittenen Seerosenblättern zu liegen: Knapp unterhalb der Blattspreite liegt die Wachstums- und Streckungszone. Das natürliche Wachstum geht so vor sich, daß durch das an dieser Stelle negativ geotropische Wachstum das Blatt an der Oberfläche des Wassers in zentrifugaler Richtung vom Wurzelstock weg weitergeschoben oder auch über die Wasseroberfläche emporgehoben wird. Durch die Abtrennung wird der Blattstiel dieser Möglichkeit einer negativ geotropischen Wachstumsrichtung beraubt; ein weiteres Wachstum könnte den Blattstiel nur in positiv geotroper Richtung verschieben, eine Möglichkeit, von welcher trotz dieser anscheinend sinnvolleren Lösung kein Gebrauch gemacht wird. Es wird vielmehr der reaktionsmäßig fixierte Weg einer Krümmung nach oben eingeschlagen, der den Stengel in jene Stabillage bringt, daß das weitere Wachstum sich in negativ geotroper Richtung abspielen könnte. Das Trauma spielt hiebei nur insofern eine Rolle, als es den Blattstiel in eine labile Lage bringt. Dementsprechend ergibt auch ein Versuch, bei dem man bei gleicher Ausgangsstellung (Blattspreite unten, Blattstiel nach oben) das eine Mal die Blattspreite und das andere Mal den Blattstiel fixiert, wesentlich verschiedene Resultate. Im ersten Falle erfolgt eine genau senkrechte Auskrümmung des Blattstieles, im zweiten Falle eine Drehung des Blattes nach oben (Abb. 3). Damit erscheint die beobachtete Krümmung, welche im ersten Augenblick der Beobachtung als ein Traumafall erscheint, hinreichend aufgeklärt.

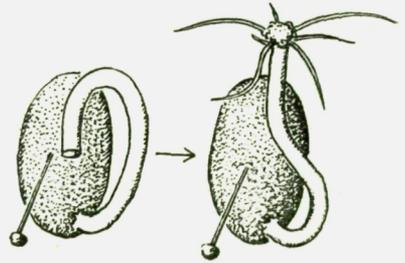


Abb. 2. *Phaseolus vulgaris*.
Krümmung des Hypokotyls an abgeschnittenen Keimpflanzen.

Zusammenfassung.

Die Blattstiele abgeschnittener Blätter von *Nymphaea*-Arten und anderer Wasserpflanzen zeigen eine stark temperaturabhängige, durch einseitiges Wachstum bewirkte Aufwärtskrümmung. Diese Krümmung, durch das Abschneiden ausgelöst, ist in ihrer Richtung von der Schwerkraft bestimmt.

Es handelt sich um keine traumatische (traumanastische) Bewegung im strengen Sinne, sondern um eine einfache negativ geotropische Krümmung, bei welcher das Trauma nur insofern eine Rolle spielt, als dadurch die Anhef-

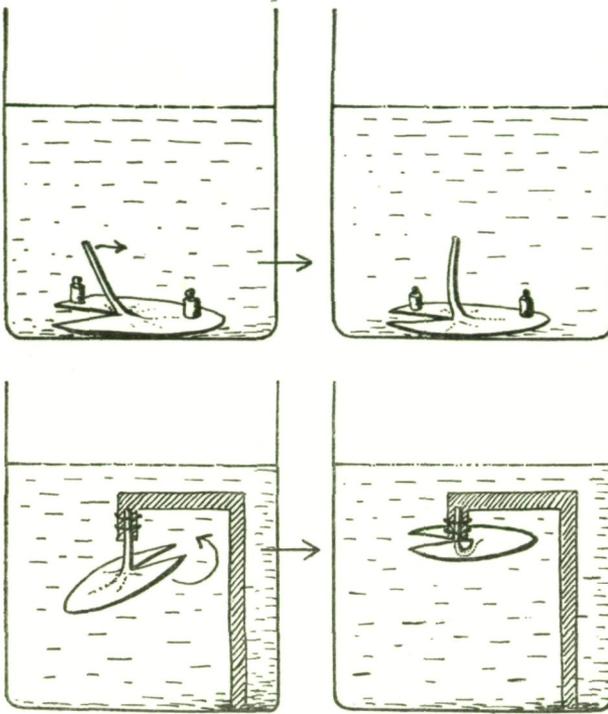


Abb. 3. *Nymphaea alba*.
Negativ geotropische Krümmung des Blattstiels abgeschnittener Blätter.

tungsstelle des Blattstieles oberhalb der Wachstumszone verlegt und dieser aus einer stabilen in eine labile Lage versetzt wird. Die Rückgewinnung der stabilen Lage ist nur durch eine Aufwärtskrümmung des Stieles möglich.

Literatur.

- Benecke W. und L. Jost, 1923, Pflanzenphysiologie II. G. Fischer.
Boysen Jensen, P., 1939, Die Elemente der Pflanzenphysiologie. G. Fischer.
Fitting, H., 1904, Jahrb. f. wiss. Bot. **44**.
Stark, P., 1917, Jahrb. f. wiss. Bot. **57**.
— 1921, Jahrb. f. wiss. Bot. **60**.
Troll, W., 1948, Allgemeine Botanik. F. Enke, Stuttgart.
Molisch, H., 1916, Sitzungsber. d. Wiss., Wien 125.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 1951

Band/Volume: [92](#)

Autor(en)/Author(s): Germ Hermann

Artikel/Article: [Scheinbare Traumabewegungen von Nymphaea-Blattstielen 254-259](#)