

ISSN 0073-8417

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

SEKTION

BIOLOGIE

SERIE 14 · NUMMER 36 · 1981

FILM E 2619

Desmodium gyrans (Fabaceae)
Gyration



INSTITUT FÜR DEN WISSENSCHAFTLICHEN FILM · GÖTTINGEN

Angaben zum Film:

Stummfilm, 16 mm, farbig, 41 m, 4 min (24 B/s). Hergestellt 1978–1980, veröffentlicht 1981. Das Filmdokument ist für die Verwendung in Forschung und Hochschulunterricht bestimmt. Die Aufnahmen entstanden durch Univ. Prof. Dr. W. G. URL und Univ. Doz. Dr. H. R. BOLHAR-NORDENKAMPF am Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien. Bearbeitet und veröffentlicht durch das Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen, Dr. T. HARD; Schnitt: B. MILTHALER.

Zitierform:

URL, W. G., und H. R. BOLHAR-NORDENKAMPF: *Desmodium gyrans* (Fabaceae), Gyration. Film E 2619 des IWF, Göttingen 1981. Publikation von H. R. BOLHAR-NORDENKAMPF und W. G. URL, Publ. Wiss. Film., Sekt. Biol., Ser. 14, Nr. 36/E 2619 (1981), 7 S.

Anschrift der Verfasser der Publikation:

Univ. Doz. Dr. H. R. BOLHAR-NORDENKAMPF und Univ. Prof. Dr. W. G. URL, Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Wien, Dr.-Karl-Lueger-Ring 1, A-1010 Wien I.

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN

Sektion BIOLOGIE

Sektion PSYCHOLOGIE · PÄDAGOGIK

Sektion ETHNOLOGIE

Sektion TECHNISCHE WISSENSCHAFTEN

Sektion MEDIZIN

NATURWISSENSCHAFTEN

Sektion GESCHICHTE · PUBLIZISTIK

Herausgeber: H.-K. GALLE · Schriftleitung: E. BETZ, I. SIMON

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN sind die schriftliche Ergänzung zu den Filmen des Instituts für den Wissenschaftlichen Film und der *Encyclopaedia Cinematographica*. Sie enthalten jeweils eine Einführung in das im Film behandelte Thema und die Begleitumstände des Films sowie eine genaue Beschreibung des Filminhalts. Film und Publikation zusammen stellen die wissenschaftliche Veröffentlichung dar.

PUBLIKATIONEN ZU WISSENSCHAFTLICHEN FILMEN werden in deutscher, englischer oder französischer Sprache herausgegeben. Sie erscheinen als Einzelhefte, die in den fachlichen Sektionen zu Serien zusammengefaßt und im Abonnement bezogen werden können. Jede Serie besteht aus mehreren Lieferungen.

Bestellungen und Anfragen an: Institut für den Wissenschaftlichen Film
Nonnenstieg 72 · D-3400 Göttingen
Tel. (0551) 202202

ENCYCLOPAEDIA CINEMATOGRAPHICA – Editor: H.-K. GALLE
Coeditores: D. G. BURKERT
P. FUCHS

WALTER G. URL, und HARALD R. BOLHAR-NORDENKAMPF, Wien:

Film E 2619

Desmodium gyrans (Fabaceae) – Gyration

Verfasser der Publikation: HARALD R. BOLHAR-NORDENKAMPF und WALTER G. URL

Inhalt des Films:

Desmodium gyrans (Fabaceae) – Gyration. Es wird die kurzperiodische Turgorbewegung der beiden kleinen Seitenfiedern des 3zähligen Blattes gezeigt. In verschiedenen Einstellungen sieht man die Gyration als Kippschwingung. Die Unabhängigkeit der Bewegung in den beiden Blattgelenkspolstern kommt durch die asynchrone, gegenläufige Bewegung der Fiederblättchen zum Ausdruck. Dazwischen finden sich auch Sequenzen, in welchen die Blättchen ohne erkennbaren Relaxationsruck fast gleichförmig kreisen.

Summary of the Film:

Desmodium gyrans (Fabaceae) – Gyration. Shown is the short periodic turgor movement of the two small side leaflets of the trifoliate leaf. In various shots one sees the gyration as relaxation oscillation. The independency of movement of both pulvini is expressed by the asynchronous, counter movements of the leaflets. Between these there are scenes in which the leaflets gyrate almost equally without a recognisable relaxation jerk.

Résumé du Film:

Desmodium gyrans (Fabaceae) – Giration. Le mouvement à périodes brèves de la turgor des deux petites folioles latérales de la feuille à trois limbes est montré. On voit dans différents réglages la giration, comme oscillation de relaxation. L'indépendance de mouvement dans les deux articulations renflées de la feuille est illustrée par le mouvement asynchrone, convergent des folioles. Il y a aussi au milieu des scènes dans lesquelles les folioles effectuent un mouvement de rotation presque uniforme, sans saccade de relaxation apparente.

Allgemeine Vorbemerkungen

Die in Ostindien, den Philippinen und in Sri Lanka wild wachsende Telegraphenpflanze wurde Ende des 18. Jahrhunderts von dem in Sumatra wirkenden niederländischen Arzt und Botaniker M. HOUTUYN (1779) als *Hedysarum motorum* das erste Mal beschrieben. Wahrscheinlich aufgrund des von dem Forschungsreisenden

BROUSSONET gesammelten Materials erhielt die Pflanze durch C. VON LINNÉ Sohn 1781 den Artnamen *gyrans*. DE CANDOLLE korrigierte die Gattungszugehörigkeit 1825, wodurch die Pflanze den bis vor kurzem gültigen Namen *Desmodium gyrans* trug. Nach E. D. MERRILL heißt die Telegraphenpflanze entsprechend der Erstbeschreibung nun *Desmodium motorum* (KAAP VAN MEEUWEN [9], ENKE, BUCHHEIM und SEYBOLD [7]).

Die ruckartigen Bewegungen der kleinen Seitenfiedern des 3zähligen Blattes hat angeblich BROUSSONET das erste Mal beobachtet und mit dem Herzschlag verglichen (vgl. TROLL [12]). Der Artnamen *motorum* läßt jedoch vermuten, daß HOUTUYN schon vorher die Bewegung aus eigener Anschauung bekannt war. Für die im indischen Verbreitungsgebiet heimische Bevölkerung tanzen die Blättchen von „*Bon Charal*“ seit je her zum Klatschen der Hände.

In einer Pionierleistung des wissenschaftlichen Films hat W. PFEFFER ([15]) bei seinen kinematographischen Studien (1898–1900) unter anderem auch *Desmodium* zusammen mit *Mimosa* als Beispiel für eine deutliche Schlafbewegung der Blätter gefilmt. Durch die starke Raffung (10 B/h) werden die während des Tages sehr langsam ablaufenden Bewegungen der großen Endfiederblättchen lebhaft dargestellt. Die wesentlich rascheren Schwingungen der kleinen Seitenfiedern kann man jedoch nur kurz als hastiges Flattern erkennen (BACHMANN [1]). So ist es also nicht wahrscheinlich, daß PFEFFER aufgrund seiner Aufnahmen den besonderen, rhythmischen Bewegungsablauf studiert hat.

Die ausführliche Beschreibung der für eine Pflanze ungewöhnlich raschen und dabei kurzperiodischen Blattbewegung verdanken wir J. Ch. BOSE ([2], [3]). Alle bis heute vorgelegten Erklärungen dieser zyklonastischen Variationsbewegung basieren eigentlich noch immer auf den genialen Experimenten von BOSE. Die von ihm aufgrund seiner Ergebnisse angestellten, wenn auch phantasievollen Überlegungen lassen schon die Frage erkennen: Ist die Bewegung eher die Folge eines endogenen Reizes oder aber eine kurzperiodische thermo-photonastische Reaktion auf einen Dauerreiz? Die Diskussion darüber ist zum Teil heute noch im Gang.

Dem Bewegungsmechanismus nach ist die von TROLL ([12]) als Gyration bezeichnete Ruderbewegung der Seitenblättchen von *Desmodium* eine Turgorbewegung: Durch einseitigen plötzlichen Turgorverlust der Zellen im Blattgelenkspolster senkt sich das Blättchen rasch. Dieser Turgorverlust ist sowohl die Folge einer temporär geänderten Wasserpermeabilität als auch einer partiellen Änderung der Semipermeabilität, da während der Bewegungsreaktion nicht nur Wasser in die Zellwände und sogar in die Interzellularen austritt, sondern ebenso Zellsaftinhaltsstoffe (z. B. Kaliumionen) exosmieren. Das parallel hierzu vielfach registrierte Auftreten von Aktionsströmen könnte auslösend für die Permeationsänderungen sein, wobei an den dazu in den Plasmahautschichten ablaufenden Strukturänderungen kontraktile Proteinfibrillen beteiligt sein sollen. Während des absoluten Refraktärstadiums wird die Semipermeabilität der Plasmamembranen wieder hergestellt und auch die Wasserpermeabilität normalisiert. Unter Energieaufwand werden die exosmierten Substanzen in den Zellsaft gepumpt. Die nun einsetzende Wasseraufnahme stellt auch den ursprünglichen Turgordruck wieder her, wodurch das Fiederblättchen angehoben

wird und langsam in die Ausgangslage zurückkehrt; die Restitution tritt ein. Spätestens bei Abschluß der Restitution ist auch das absolute Refraktärstadium beendet. Das anschließende relative Refraktärstadium umfaßt bei *Desmodium* wahrscheinlich auch schon den letzten Teil der Restitutionsphase und ist eher kurz. Jedenfalls tritt eine neuerliche Reaktion praktisch unmittelbar nach erfolgter Restitution ein (UMRATH [13], HAUPT [8], MOHR und SCHOPFER [10], SATTER [11]).

Trotz Kenntnis des Bewegungsmechanismus bleibt jedoch die Frage bestehen, welcher Reiz die Gyration auslöst. Feststeht, daß die Bewegung nur im Licht erfolgt und mit zunehmender Temperatur bei kleiner werdender Amplitude immer rascher wird. Licht und Temperatur können nun nur äußere Bedingungen für eine ansonsten völlig endonome Reaktionskette sein. Die Gyration wäre somit, wie etwa die Geißelbewegung oder auch der Herzschlag eine völlig autonome Bewegung (vgl. TROLL [12]). Das Licht könnte aber auch einen, die Blättchenbewegung immer wieder auslösenden Dauerreiz darstellen: Das sekundäre Blattgelenkspolster sollte, vielleicht über Lactoflavine, das Licht ebenso als Reiz empfinden wie die mechanische oder elektrische Anregung und mit einer raschen Relaxation, dem Senken des Blättchens reagieren. In der langsameren Restitutionsphase wird das Gelenk wieder „gespannt“, und bei weit genug fortgeschrittenem relativen Refraktärstadium löst der Dauerreiz „Licht“ die nächste Relaxation aus. Somit wäre die Gyration einer photonastischen Kippschwingung, in manchen Erscheinungsformen auch einer Pendelschwingung vom Alles-oder-Nichts-Typ ähnlich (BUNNING [4], [5], BUNNING und ZIMMER [6]). Für diese Annahme scheinen die schon von BOSE ([2]) gemessenen Aktionsströme ebenso zu sprechen, wie die charakteristischen „transients“, das langsame Einschwingen bis zur vollen Reaktion nach einem exogenen Reiz. Die höhere Temperatur könnte sowohl die Restitutionsphase als auch die Sensibilisierung während des relativen Refraktärstadiums beschleunigen, wodurch eine nächste, wenn auch schwächere Relaxation noch vor beendeter Restitution ausgelöst werden kann. Bei höheren Temperaturen ($\sim 40^{\circ}\text{C}$) ist meist die Restitution gleich schnell wie die verlangsamte Relaxation, so daß es zu einer gleichförmigen Bewegung kommt. Eigenartig ist jedoch, daß sich bei niederen Temperaturen (unter 30°C) die Fiederblättchen einer Kippschwingung entsprechend fast geradlinig rasch abwärts und langsam aufwärts bewegen; bei wenig höheren Temperaturen führt die Blattspitze jedoch elliptische Bewegungen aus, um bei hohen Temperaturen fast zu kreisen (vgl. WARBURG [14]).

Es darf somit angenommen werden, daß der typische Bewegungsablauf der Gyration, obwohl thermisch in seiner Geschwindigkeit veränderbar, endonom fixiert ist und durch den Dauerreiz „Licht“ nur seine kurzperiodische Auslösung erfährt. Angesichts der weitverbreiteten tagesperiodischen, photogeotropischen (nyktinastischen) Turgorbewegungen von Blattgelenken ist die Gyration von *Desmodium motorum* nur als Manifestation einer pflanzlichen Potenz anzusehen, welche „zufällig“ in dieser spektakulären Form zum Ausdruck kommt.

Zur Entstehung des Films

Die *Desmodium-motorum*-Pflanzen werden seit Jahrzehnten im Versuchsgarten „Augarten“ des Instituts für Pflanzenphysiologie der Universität Wien und im Botanischen Garten kultiviert. Vermehrt wurden die Pflanzen fast ausschließlich durch Kopfstecklinge. Das verwendete Pflanzenmaterial dürfte zumindest teilweise auf jene Zeit zurückgehen, in der durch H. MOLISCH das Institut persönlichen Kontakt mit BOSE in Kalkutta hatte¹.

Die Aufnahmen erfolgten im Gewächshaus bei Temperaturen von 33–38°C, einer relativen Luftfeuchte von 80% und vollem Sonnenlicht.

Kamera: Bolex H 16 mit Paillard – Bolex Variotimer oder Bolex Single Frame Unit.
Filmmaterial: Eastman Color Negativ II.

Filmbeschreibung²

2 B/s und 4 B/s

1. Eine 2jährige Jungpflanze aus einer Stecklingsvermehrung. In der Sproßspitze links sieht man selbst bei dieser Totalaufnahme schon deutlich die Gyration der kleinen Seitenfiederblättchen. (Umlaufzeit ~66 s; Temperatur ~33°C; Aufn.-Freq. 4 B/s)

2. Sproßspitze: Keines der Seitenfiederblättchen zeigt eine geradlinige Kippschwingung, die Blättchenspitzen beschreiben vielmehr elliptische Bahnen. Die Blättchen in der Mitte bewegen sich gegenläufig, jene links und rechts unten jedoch gleichläufig. Die Bewegung läßt neben dem Relaxationsdruck auch noch andere Verzögerungen bzw. Beschleunigungen erkennen. Diese beruhen aber meist darauf, daß die Blättchen an der behaarten Rachis hängenbleiben. Das Gelenkspolster als Bewegungsorgan eilt voraus, und wenn die Spannung groß genug ist, gleitet das Blättchen ab und „schlägt nach“, wie z. B. Blättchen Mitte rechts. (Umlaufzeit ~60 s; Temperatur ~33°C; Aufn.-Freq. 2 B/s)

3. Sproßspitze: Das mittlere Seitenfiederpaar zeigt eine fast relaxationsruckfreie Gyration. Die große Endfieder senkt sich gleichzeitig in einer vielleicht photogetropischen Reaktion auf das Starklicht. (Umlaufzeit ~60 s; Temperatur ~36°C; Aufn.-Freq. 2 B/s)

4. Rachis mit Seitenfiedern: Das Fiederblattpaar zeigt gleichläufig den typischen Bewegungsablauf. Nach der Restitution verharren die Blättchen in der Position „oben“ (im relativen Refraktärstadium), um sich mit einem deutlichen Relaxationsruck nach abwärts zu senken. Dieser Vorgang ist besonders stark ausgeprägt, da das Blättchen zusätzlich an den Haaren der Rachis hängen bleibt. (Umlaufzeit ~78 s; Temperatur ~33°C; Aufn.-Freq. 4 B/s)

5. Rachis mit Seitenfiedern: Völlig gleichförmige, rasche Gyration mit kleiner Amplitude. (Umlaufzeit ~36 s; Temperatur ~38°C; Aufn.-Freq. 2 B/s)

¹ Für die aufopfernde Kultivierung des benötigten Pflanzenmaterials danken wir Herrn Gartenbauoberinspektor F. KOBEL.

² Die *Kursiv*-Überschrift entspricht dem Zwischentitel im Film.

6. Rachis mit Seitenfiedern: Die von der Seite gezeigten Blättchen lassen an dem zu verschiedenen Zeiten erfolgenden Relaxationsruck die gegenläufige Gyration deutlich erkennen. Gleichzeitig läßt die völlig asynchrone Bewegung auf die Unabhängigkeit der beiden Blattgelenkspolster voneinander schließen. Das obere Blättchen zeigt durch mechanische Behinderung auch eine ruckartige Hebung während der Restitution. (Umlaufzeit ~102 s; Temperatur ~33°C; Aufn.-Freq. 4 B/s)
7. Rachis mit Seitenfiedern: Die Einstellung von der Seite macht deutlich, daß ein Blättchen einen immer gleichartigen Bewegungsablauf zeigt, die gegenüberliegenden Fiedern jedoch nicht koordiniert sind. (Umlaufzeit ~120 s; Temperatur ~33°C; Aufn.-Freq. 4 B/s)

Literatur

- [1] BACHMANN, F: (siehe bei Filmveröffentlichung [15]).
- [2] BOSE, J. Ch.: Comparative electro-physiology: A physico-physiological study. New York, Bombay and Calcutta 1907.
- [3] BOSE, J. Ch.: Researches on irritability of Plants. London, New York, Bombay and Calcutta 1913, 290 ff.
- [4] BUNNING, E.: Lichtbedingte Turgorbewegungen von Blättern. In: Entwicklungs- und Bewegungsphysiologie der Pflanze; Lehrbuch der Pflanzenphysiologie. Ed. E. BUNNING, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1953, 416 ff.
- [5] BUNNING, E.: 7. Ansätze zur näheren Kennzeichnung und Analyse der Schwingungen. In: Die physiologische Uhr. Ed. E. BUNNING, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1963, 74–83.
- [6] BUNNING, E., und R. ZIMMER: Zur Deutung der Phasenverschiebungen und „transients“ nach exogener Störung endogener Rhythmen. *Planta* 59 1962, 1–14.
- [7] ENCKE, F., G. BUCHHEIM, S. SEYBOLD: Zander, Handwörterbuch der Pflanzennamen. Stuttgart 1979.
- [8] HAUPT, W.: 14.4 Gyration. In: Bewegungsphysiologie der Pflanzen. Ed. W. HAUPT, Stuttgart 1977, 383–385.
- [9] KNAAP-VAN MEEUWEN, M. S.: Preliminary revisions of some genera of malaysian papilionaceae V–A census of the genus *Desmodium*. *Reinwardtia* 6 (1962), 239–276.
- [10] MOHR, H., und P. SCHOPFER: Lehrbuch der Pflanzenphysiologie. Berlin, Heidelberg, New York 1978, 526 ff.
- [11] SATTER, R. L.: 4.2 Leaf movements and tendril curling. In: Physiology of movements, *Encyc. Plant. Physiol.* 7, Ed. W. HAUPT and M. E. FEINLEIB, Berlin, Heidelberg, New York 1979, 442–484.
- [12] TROLL, W.: Allgemeine Botanik. Stuttgart 1973, 799 ff.
- [13] UMRATH, K.: Autonome Bewegungen von Blättern und autonome Erregungsvorgänge in Blättern. In: Handbuch der Pflanzenphysiologie XVII/2, Physiologie der Bewegungen. Ed. W. RUHLAND, Berlin, Heidelberg, New York 1962, 542–561.
- [14] WARBURG, O.: Die Pflanzenwelt II. Bibliograph. Inst. Leipzig und Wien 1916, 158 S.

Filmveröffentlichung

- [15] PFEFFER, W.: Kinematographische Studien an *Impatiens*, *Vicia* *Tulipa*, *Mimosa* und *Desmodium* von W. PFEFFER (1898–1900). Bearb.: F. BACHMANN. Film B 450 der Reichsanstalt für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht, Berlin 1940. Publikation von F. BACHMANN, Berlin 1940, 20 S.