ÖSTERREICHISCHE

# BOTANISCHE ZEITSCHRIFT.

Herausgegeben und redigiert von **Dr. Richard R. v. Wettstein,**
Professor an der k. k. Universität in Wien,
unter Mitwirkung von **Dr. Erwin Janchen,**
Privatdozent an der k. k. Universität in Wien.

**Verlag von Karl Gerolds Sohn in Wien.**

LXI. Jahrgang, Nr. 6. Wien, Juni 1911.

## Zur Physiologie und Morphologie der Keimung einiger *Gnetum*-Arten.

Von **Paul Fröschel** (Czernowitz).

(Mit 4 Textabbildungen.)

(Aus dem botanischen Institute der k. k. Universität Czernowitz.)

### I. Sind *Gnetum*-Keimlinge imstande, im Finstern Chlorophyll zu bilden?

Diese Frage gewann für mich Gestalt, als ich durch vielerlei Literaturangaben darauf aufmerksam wurde, wie häufig die Verbreitung einer bestimmten physiologischen Funktion durch Grenzen abgesteckt erscheint, die zugleich eine systematische Gruppe umfassen. Wir kennen viele Fälle, in denen eine Gruppe von Organismen, die der Systematiker auf Grund morphologischer und anatomischer Vergleichung als einheitlichen Verwandtschaftskreis erkennt, auch in irgendwelchen physiologischen Funktionen völlig übereinstimmen. Die Häufigkeit dieser Tatsachen legt den Gedanken nahe, eine systematische Physiologie — analog der systematischen Anatomie — unter die Methoden der systematischen Botanik aufzunehmen und — wenn möglich — die durch sie gewonnenen Erkenntnisse wenigstens als Details in der Architektur des natürlichen Systems zum Ausdruck zu bringen.

Die logische Berechtigung einer physiologischen Methode der Systematik ergibt sich ohneweiters aus der Anwendung des Prinzips der physiologischen Pflanzenanatomie auf die anatomische Methode der Systematik. Wenn uns der anatomische Vergleich bei der Eruierung verwandtschaftlicher Beziehungen Dienste leistet, wenn weiters anatomische Struktur und physiologische Funktion einander wechselweise bedingen, dann folgt ohneweiters, daß Verwandtschaft sich auch in der Gleichartigkeit bestimmter physio-

logischer Funktionen dokumentieren muß. Naturgemäß können nur spezielle, nie aber allgemeine physiologische Funktionen zur Konstatierung verwandtschaftlicher Verhältnisse herbeigezogen werden. Denn — um ein Beispiel zu erwähnen — der im Pflanzenreiche so weit verbreitete negative Geotropismus oberirdischer Pflanzenteile ist so wenig ein Indikator für verwandtschaftliche Beziehungen wie etwa das Vorkommen des Zellkerns in der Zelle.

Es seien hier einige Fälle erwähnt, die die Kongruenz einer — größeren oder kleineren — systematischen Einheit mit dem Verbreitungsgebiet bestimmter physiologischer Erscheinungen illustrieren. Ich erinnere z. B. an die Untersuchungen über die Abhängigkeit der Samenkeimung vom Vorhandensein des Lichtes[1]). Viele Samen brauchen zu ihrer Keimung unbedingt des Lichtes oder werden wenigstens durch Licht in ihrer Keimung gefördert. Diese Samen stammen von Pflanzen ganz bestimmter Familien und Gattungen (die freilich untereinander nicht verwandt sein müssen [analoge Charaktere]). Alle Arten einer bestimmten Gattung, alle Gattungen einer bestimmten Familie zeigen bei der Samenkeimung übereinstimmendes Verhalten. (Freilich gibt es auch Ausnahmen!) Es sei ferner daran erinnert, daß das Vorkommen bestimmter chemischer Individuen häufig für größere Pflanzengruppen charakteristisch ist, was auf Gleichheit im Stoffwechsel der Angehörigen dieser Pflanzengruppe rückzuschließen erlaubt. Dasselbe gilt für das Tierreich[2]). Die Systematik der Bakterien muß sogar — mangels morphologischer Anhaltspunkte — physiologische Eigenheiten zur Differentialdiagnostik herbeiziehen usf. Diese Beispiele, deren ich schon eine große Zahl gesammelt habe, ließen sich ad libitum vermehren. Doch brauche ich hier, wo es mir nur darauf ankommt, für die unten folgenden Experimente eine Perspektive zu eröffnen, nicht weiter darauf einzugehen. Ich kann mir aber nicht versagen, darauf hinzuweisen, eine wie schöne und ungemein dankenswerte Aufgabe es wäre, alle diese Fälle zu sammeln, kritisch zu sichten und unter systematischen Gesichtspunkten zu verarbeiten, um so den Grundstein für eine systematische Physiologie zu legen.

Nur auf einen für uns klassischen Fall müssen wir näher eingehen, um zum eigentlichen Gegenstand dieser Abhandlung überzuleiten, nämlich auf die merkwürdige Eigenheit der Koniferenkeimlinge bei Abwesenheit von Licht nicht zu etiolieren,

---

[1]) Siehe z. B.: Figdor W., Über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung der Samen einiger Gesneriaceen. Ber. d. D. b. G., 1907.
Heinricher E., Beeinflussung der Samenkeimung durch das Licht. Wiesner-Festschrift, Wien, 1908.
Kinzel W., Ber. d. D. b. G., 1907, 1908.
Lehmann E., Sammelreferat über diesen Gegenstand. Zeitschr. f. Bot, Bd. 1, 1909.

[2]) Przibram H., Versuch zur chemischen Charakterisierung einiger Tierklassen des natürlichen Systems auf Grund ihres Muskelplasmas. Zeitschr. f. d. ges. Biochemie, 1902.

sondern Chlorophyll zu bilden. Sachs[1]) hatte im Jahre 1859 diese für den Physiologen so interessante Tatsache bei *Pinus Pinea* entdeckt und später[2]) die gleiche Erscheinung für *Pinus silvestris*, *P. Strobus*, *P. canariensis* und *Biota orientalis* festgestellt. Diese Tatsache ist vielleicht gerade systematisch nicht gering einzuschätzen. Der Physiologe wenigstens ist überzeugt, daß hier ein spezifischer, eben für die Familie der Koniferen charakteristischer Chemismus des Plasmas vorhanden sein muß, um die Chlorophyllbildung auch bei Abwesenheit von Licht in Gang zu setzen. Der Umstand nun, daß diese merkwürdige Fähigkeit der Chlorophyllbildung im Dunkeln unter den Phanerogamen nur für einige Koniferen konstatiert worden war, veranlaßte Burgerstein[3]), Keimlinge der verschiedensten Koniferen auf ihr Verhalten zu Licht und Dunkelheit zu prüfen. Er prüfte nicht weniger als 78 Arten, die sich auf 26 Gattungen verteilten. „Bei allen den genannten Koniferen wurden die Kotylen im Dunkeln deutlich grün.“ Mit Rücksicht auf die große Zahl der geprüften Spezies dürfen wir dieses Ergebnis wohl ohne Bedenken auf alle Koniferen erweitern und sehen also, daß in diesem Falle faktisch eine physiologische Fähigkeit, die tief im Chemismus des Koniferenplasmas verankert liegt, als Charakteristikum einer ganzen Klasse verwendet werden kann.

Wie steht es nun in dieser Hinsicht mit den anderen Gymnospermen? Diese Frage leitet zu unserem eigentlichen Thema hin. Für ihre Beantwortung finden wir in der Literatur nur wenige Fälle vor, die aber großen Interesses sicher sind.

Für den Fall *Ginkgo* liegt eine Notiz von Molisch[4]) vor. Er schreibt: „Der eigentümliche, einem Laubholz so außerordentlich ähnelnde Habitus von *Ginkgo*, die sonderbare Form der Frucht, der merkwürdige Verlauf des Befruchtungsvorganges und einige andere Eigenschaften lassen den *Ginkgo*-Baum eine Art Ausnahmsstellung unter den Koniferen einnehmen. Mit Rücksicht darauf[5]) schien es nicht unwahrscheinlich, daß die genannte Pflanze auch bezüglich ihres Verhaltens im Finstern eine Ausnahme[5]) bildet, d. h. hier nicht zu ergrünen vermag“[5]).

Die *Ginkgo*-Keimlinge, die Molisch aufzog, waren von weißlich-gelber Farbe. In Alkoholextrakten konnte weder spektroskopisch, noch mit der Fluoreszenzprobe auch nur eine Spur von

---

[1]) Sachs J., Lotos, IX. Jahrg., 1859, cit. n. Burgerstein, Ber. d. D. b. G., 1900.

[2]) Sachs J., Flora, 1862 und 1864.

[3]) Burgerstein A., Über das Verhalten der Gymnospermen-Keimlinge im Lichte und im Dunkeln. Ber. d. D. b. G., Bd. 18, 1900.

[4]) Molisch H., Öst. bot. Zeitschr., 1889.

[5]) Von mir gesperrt.

Chlorophyll nachgewiesen werden. Diese Versuche wurden von Burgerstein[1]) nachgeprüft und ihr Ergebnis bestätigt.

Wir finden also einen Unterschied im Verhalten des Sporophytenkeimes von *Ginkgo* einerseits und den Koniferen anderseits gegenüber dem Licht. Fünf Jahre nach der Auffindung dieses Unterschiedes wurde die Spermatozoidenbefruchtung bei *Ginkgo* entdeckt. Seit dieser Zeit hat man *Ginkgo* von den Koniferen abgetrennt. An diesem prägnanten Parallelismus eines so wichtigen systematischen Merkmales, wie des Befruchtungsvorganges, und einer anscheinend nebensächlichen physiologischen Funktion möchte ich gezeigt haben, daß die Kenntnis und Verwertung physiologischer Merkmale für den Systematiker von Bedeutung sein kann.

Burgerstein hat ferner zwei *Ephedra*-Arten geprüft: *Ephedra altissima* und *E. campylopoda*. Bei beiden Arten ergrünten die Kotylen bei vollständigem Lichtabschluß nahezu ebenso stark wie im Licht. Ein ganz anderes Resultat lieferten Angehörige der Klasse der *Cycadinae*. Im Lichte und im Dunkeln wurden aufgezogen: *Cycas revoluta*, *C. Rumphii* und *Zamia integrifolia*. Die Keimlinge dieser Pflanzen waren nicht imstande, bei Abschluß des Lichtes zu ergrünen.

Nun schien es interessant, einmal auch Angehörige der Gnetaceen mit Rücksicht auf die Chlorophyllbildung im Dunkeln zu prüfen. Ich erhielt in dankenswerter Weise mehrfach Sendungen verschiedener *Gnetum*-Früchte aus dem Buitenzorger Botanischen Garten. Die erste Sendung (*G. Gnemon*) war nach neun Monaten noch nicht gekeimt. Später erhielt ich noch zwei Spezies: *G. Ula* Brogn. und *G. funiciliare* Bl. Die Samen der letztgenannten Spezies keimten, auf feuchtes *Sphagnum*-Moos gelegt, rasch nacheinander. Von *Gnetum Ula* jedoch konnte ich nur wenige Exemplare aufbringen.

Die Keimlinge kommen fast alle — ob bei Licht oder in Dunkelheit gezogen — mit rötlicher Farbe aus der Erde. Die Lichtkeimlinge behalten diese Farbe ziemlich lange bei. Erst nach Verlauf von sechs bis acht Wochen geht die rote in die normale grüne Laubblattfarbe über. Das bei den Dunkelkeimlingen etwa vorhandene Chlorophyll war also durch einen roten Farbstoff verdeckt. Es wurden Licht- und Dunkelkeimlinge — jeder einzeln für sich — mit 10—15 $cm^3$ 96%igem Alkohol extrahiert. Da auch der rote Farbstoff in Lösung geht — der Extrakt der Lichtkeimlinge war von orangeroter, der der Dunkelkeimlinge von strohgelber Farbe —, so war die Verwendung der Fluoreszenzprobe unmöglich. Denn man kann sich z. B. bei den roten *Iresine*-Blättern davon überzeugen, daß der in ihnen enthaltene wasserlösliche rote Farbstoff zu einer aus *Iresine*-Blättern hergestellten alkoholischen Chlorophyllösung zugesetzt, das Fluoreszenzphänomen

[1]) Burgerstein, l. c.

zum Verschwinden bringt. Dagegen ist die für das Chlorophyll so charakteristische Absorptionslinie im Rot nach wie vor deutlich im Spektrum wahrzunehmen, wovon ich mich mit dem Bunsenschen Spektralapparat und mit dem Mikrospektralapparat überzeugte.

Es wurden nun zunächst drei Licht- und drei Dunkelkeimlinge von *Gnetum funiciliare* — jeder für sich — nachdem aus ihnen in oben beschriebener Weise ein Alkoholextrakt hergestellt worden war, mittels des Mikrospektralapparates auf das Vorhandensein von Chlorophyll geprüft. Vor das Vergleichsprisma des Apparates wurde eine stets frisch hergestellte hellgrüne Chlorophyllösung geschaltet, so daß das Spektrum des Extraktes direkt mit dem Chlorophyllspektrum verglichen werden konnte. Genau an der Stelle, wo im Chlorophyllspektrum der Absorptionsstreifen in Rot lag, zeigte das Spektrum des Extraktes der Lichtkeimlinge ebenfalls einen dunklen, wenn auch nicht so intensiven Absorptionsstreifen, der hingegen bei den Dunkelkeimlingen fehlte. Der Versuch wurde dreimal mit gleichem Ergebnis ausgeführt.

Von *Gnetum Ula* wurden vier Dunkelkeimlinge — jeder für sich — auf das Vorhandensein von Chlorophyll geprüft — mit negativem Erfolge. Es besteht somit kein Zweifel, daß den beiden geprüften *Gnetum*-Spezies die Fähigkeit zur Chlorophyllbildung im Dunkeln abgeht.

Die Verbreitung der unter den Gymnospermen vorkommenden Fähigkeit des Ergrünens im Dunkeln ist demnach folgende:

*Cycadinae*
*Cycadaceae* —
*Zamiaceae* —
*Ginkgoinae*
*Ginkgo* —
*Coniferae*
Durchwegs +
*Gnetinae*
*Ephedraceae* +
*Gnetaceae* —.

Für diese Zusammenstellung bilden die Untersuchungen Karoline Bittners[1]) „Über Chlorophyllbildung im Finstern bei Kryptogamen“ einen interessanten Hintergrund. Für uns kommen aus diesen Untersuchungen nur das Verhalten der Pteridophyten — selbstverständlich das der ungeschlechtlichen Generation — in Betracht. Es zeigte sich speziell bei den *Filicales* — untersucht wurden Vertreter von zwölf Gattungen — durchgehends die Fähigkeit des Ergrünens im Finstern.

[1]) Öst. bot. Zeitschr., 1905.

Die Verbreitung dieser Fähigkeit ist auf Grund der bisherigen Untersuchungen wohl nur durch sehr skizzenhafte Grenzen abgesteckt. Eine sehr extensive Arbeit könnte hier aber vielleicht doch zur Eruierung einer Gesetzmäßigkeit führen. Interessant wäre jetzt die Untersuchung von *Tumboa* sowie die der niedersten Angiospermen.

## II. Anisokotylie bei Keimpflanzen einiger *Gnetum*-Arten.

Bei fast allen *Gnetum*-Keimlingen war eine ausgesprochene Größendifferenz der beiden Keimblätter zu konstatieren. Für die Erscheinung der ungleichen Größe der Kotyledonen einer Pflanze hat Fritsch[1]) den Terminus Anisokotylie eingeführt, ein Begriff, den Figdor[2]) unter dem allgemeineren der Anisophyllie subsummiert. Bei *Gnetum Ula* Brogn. und *G. funiciliare* Bl. sind die Kotylen laubblattartig ausgebildet. Um eine Vorstellung von dem Grade der Anisokotylie zu geben, seien hier einige Messungen und Zeichnungen wiedergegeben.

*Gnetum funiciliare* Bl., 42 Tage alt.

| | Größerer Kotyledo | Kleinerer Kotyledo |
|---|---|---|
| Größte Länge: | 35 mm[3]) | 29 mm |
| „ Breite: | 15 mm | 11 mm |

*Gnetum funiciliare* Bl., 36 Tage alt.

| | Größerer Kotyledo | Kleinerer Kotyledo |
|---|---|---|
| Größte Länge: | 14 mm | 9 mm |
| „ Breite: | 6 mm | 4 mm |

*Gnetum Ula* Brongn.[4]).

| | Größerer Kotyledo | Kleinerer Kotyledo |
|---|---|---|
| Größte Länge: | 33 mm | 29 mm |
| „ Breite: | 9 mm | 8 mm |

Diese drei Messungen beziehen sich auf im Licht erwachsene Pflänzchen. Auch die Dunkelkeimlinge zeigten starke Anisokotylie, wie Fig. 2 es darstellt.

---

[1]) Fritsch K., Die Keimpflanzen der Gesneriaceen etc. Jena, Gustav Fischer, 1904, cit. n. Figdor.

[2]) Figdor W., Die Erscheinung der Anisophyllie. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1909.

[3]) Ohne Blattstiel gemessen. Die Blattstiele des größeren Blattes waren etwas größer.

[4]) Bei dieser Pflanze waren auch die beiden folgenden Laubblattpaare ungleich groß. Ebenso trat bei einem *Funiciliare*-Keimling neben der Anisokotylie noch Anisophyllie des ersten Laubblattpaares auf. Da ich bis jetzt nur wenige Pflänzchen bis zur Bildung des zweiten Laubblattpaares bringen konnte, läßt sich über die Anisophyllie zurzeit nichts Ausführlicheres sagen.

In der Arbeit F. O. Bowers: „The Germination and Embryogeny of *Gnetum Gnemon*“ [1]) findet sich die Bemerkung, daß sich im Kew-Herbarium (nicht publizierte) Zeichnungen Roxburghs finden, die den Embryo von *Gnetum scandens* darstellen. Diese

Fig. 1. Lichtkeimling von *Gnetum funiciliare*, 46 Tage alt.

Fig. 2. Dunkelkeimling von *Gnetum Ula*, 39 Tage alt.

Zeichnungen zeigen den Embryo anisokotyl (having two unequal cotyledons ...). Mithin wäre außer den beiden bereits erwähnten Spezies auch *G. scandens* in die Liste anisokotyler Pflanzen aufzunehmen.

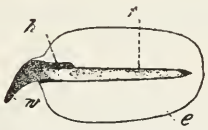


Fig. 3. Samen von *Gnetum* sp., längs durchschnitten. *f* feeder, *h* Hypokotyl, *w* Würzelchen, *e* Endosperm. Am Hypokotyl ist bei Verwendung der Lupe die Ausgliederung der Kotyledonen wahrzunehmen.

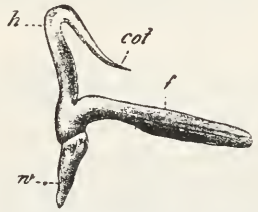


Fig. 4. Keimling von *Gnetum* sp. *f* feeder, *h* Hypokotyl, *cot* Anlage der Kotyledonen, *w* Würzelchen. Der Feeder wurde aus dem Endosperm herauspräpariert.

Die Ursache der Anisokotylie kann in unserem Falle sicher nicht in äußeren Faktoren zu suchen sein. Von einer verschiedenen Lage der Kotyledonen zum Horizont kann keine Rede sein, da doch das Hypocotyl eine orthotrope Achse vorstellt. Das Licht kann auch nicht für die Entstehung der Anisokotylie verantwortlich gemacht werden, da diese sowohl bei Licht als auch bei Dunkel-

[1]) Quart. Journ. of Microsc. Science, Vol. XXII, 1882, p. 279.

heit auftritt. Vielmehr scheint die Lage der Kotyledonen im Samen das Maßgebende zu sein. Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch einen keimenden Samen, Fig. 4 einen jungen Keimling, dessen „feeder“ aus dem Endosperm herauspräpariert wurde.

Die Kotylen liegen im Samen (parallel zueinander) dem „Rücken“ des Feeder auf. Diese Lageverhältnisse dürften die Anisokotylie bedingen. Es herrschen ja hier anscheinend ähnliche Verhältnisse wie bei gewissen Kruziferen, insofern hauptsächlich bei jenen Angehörigen der genannten Familie, deren Embryo notorrhiz oder orthoplok ist, die Erscheinung der Anisokotylie zu beobachten ist.

---

## Die untere Kutikula des *Taxus*-Blattes — ein Lichtreflektor.

Von **Franz v. Frimmel** (Wien).

(Mit Tafel IV und 4 Textabbildungen.)

Bei der Betrachtung der Anatomie des Blattes von *Taxus baccata* L. fällt eine histologische Struktur auf, deren Bedeutung klarzustellen ich mit nachfolgenden Zeilen versuchen will[1]).

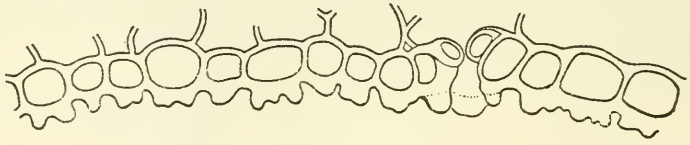

Abb. 1. Querschnitt durch die untere Blattepidermis in der Querrichtung des Blattes.

Es handelt sich um papillöse Vorwölbungen der Kutikula[2]) der unteren Blattepidermis. Die Kutikula der Unterseite ist von der der Oberseite dadurch verschieden, daß im Gegensatze zu der glatten Oberseite unterseits die Kutikula papillös erscheint. Die Zellen der Epidermis sind der Längsrichtung des Blattes nach gestreckt, die Außenwand ist stark kutinisiert und mit annähernd halbkugeligen Papillen besetzt, die in der Querrichtung meist zu zweit, in der Längsrichtung etwa zu fünf bis zehn der Zelle dicht aneinander gedrängt aufsitzen, so daß die Oberfläche nirgends eben ist. Die Spaltöffnungen sind von wallförmigen Erhebungen der Kutikula umgeben, die uns in dem Zusammenhange nicht weiter

[1]) Auf diese Struktur machte mich im vorigen Jahre (1910) meine geschätzte Studienkollegin Frl. Helene Sperber aufmerksam und regte mich dadurch an, über die Bedeutung derselben mir Klarheit zu verschaffen.

[2]) Kutikula im kollektiven Sinne von Kutikula im engeren Sinne und kutinisierten Schichten.

# 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: 1911

Band/Volume: 061

Autor(en)/Author(s): Fröschel Paul

Artikel/Article: Zur Physiologie und Morphologie der Keimung einiger Gnetum-Arten. 209-216