

## 27. S. V. Simon: Über den Einfluß des Lichts auf die Entwicklung der Keimlinge von *Bruguiera eriopetala*.

(Eingegangen am 7. März 1921. Vorgetragen in der Märzszitzung.)

Die Biologie der Keimlinge der viviparen Mangrovepflanzen ist durch die Untersuchungen von GOEBEL, KARSTEN, SCHIMPER und HABERLÄNDT so weitgehend geklärt, daß es sich erübrigt, auf die bekannten Einzelheiten hier nochmals zurückzukommen. Die Aufgabe dieser Zeilen soll vielmehr in der Mitteilung einiger neuer Beobachtungen bestehen, welche ich gelegentlich von Kulturversuchen mit den Keimlingen von *Bruguiera eriopetala* W. u. A. während meines Aufenthaltes in Buitenzorg (1911/12) gemacht habe. — Im Verlauf dieser Versuche war es mir aufgefallen, daß die Keimlinge, welche sich in den im dichten Baumschatten aufgestellten Töpfen befanden, im Austreiben auffallend gegen die in der Sonne stehenden zurückblieben, z. T. sogar überhaupt nicht ihre Plumula entfalteten. Daß das Fehlen des Lichtes hier die Ursache der Wachstumshemmung sei, konnte nicht ohne weiteres gefolgert werden, da auch andere Faktoren, besonders die Temperatur und der Feuchtigkeitsgehalt der Luft an beiden Standorten stark differierten. Es wurden deshalb einige Kulturen im Laboratorium angesetzt, um den Einfluß des Lichtes klar erkennen zu können.

Das Material für diese Versuche lieferte mir ein im Bot. Garten nahe dem Tjiliwong stehender, damals etwa 5 m hoher Baum, der vom November bis Februar stets eine große Menge von Keimlingen in verschiedenen Entwicklungsstadien trug. An jedem Morgen, vor allem nach starken Regengüssen, konnte man unter dem Baum eine große Anzahl von frisch abgefallenen, ausgewachsenen, 7—8 cm langen Keimlingen finden, denen der Kelch z. T. noch anhaftete. Von diesen wurden je 20 Stück aufrecht in zu 2 Dritteln mit Sand gefüllte Glasschalen gesteckt, so daß die obere Hälfte der Keimlinge aus der den Sand bedeckenden Wasserschicht herausragte. Die eine Serie erhielt ihren Platz an einem Fenster, das zur Abhaltung der direkten Sonnenstrahlen mit einem dünnen weißen Vorhang versehen war, die andere dagegen wurde im Dunkelzimmer, neben dem Laboratorium aufgestellt. Hier hielt

sich die Temperatur sehr konstant auf 25—26° C., während sie im Laboratorium tags- und nachtsüber zwischen 25 und 30° C. schwankte. Die Luftfeuchtigkeit war in beiden Räumen annähernd gleich hoch.

Nach einmonatlicher Versuchsdauer waren sämtliche im Licht stehende Keimlinge ausgetrieben und besaßen meist 2—3 cm lange Sprosse, während sich in den Dunkelkulturen die Plumula der Keimlinge kaum vergrößert hatte. Erst nach weiteren 14 Tagen war bei einem Teil der letzteren eine ganz geringe Streckung (höchstens bis auf 5 mm Länge) zu bemerken, während die Lichtkeimlinge jetzt durchschnittlich 4—5 cm hoch waren und bereits das erste Laubblattpaar entfaltet hätten. Die Bewurzelung war bei beiden Serien dagegen annähernd gleich stark. Jeder Keimling hatte eine etwa 10 cm lange Pfahlwurzel und reichliche Nebenwurzeln gebildet.

4 Monate nach Beginn der Versuche waren die Lichtkeimlinge ungefähr 30 cm hoch und hatten 3 Laubblattpaare entfaltet. Dagegen hatte die Plumula der Dunkelkeimlinge erst eine Verlängerung auf 5 bis höchstens 20 mm erfahren; 6 von ihnen ließen auch jetzt noch keine Streckung erkennen. Selbst bei Beendigung der Versuche — 5 Monate nach ihrem Beginn — hielt sich bei 10 Keimlingen die Länge der Plumula noch unter 10 mm, 6 Keimlinge besaßen einen etwa 2 cm langen Sproß und nur bei 4 Keimlingen war dieser 4—6 cm lang. Die vollständig etiolierten weißgelben Sprosse der letzteren hatten erst die Schuppenblätter entfaltet; das erste kleine Laubblattpaar dagegen lag noch eingerollt dem Sproß an. — Besonders auffällig war es, daß die Wurzelbildung der Dunkelkeimlinge auch jetzt noch derjenigen der Lichtkeimlinge wenig nachstand. Selbst die Keimlinge, deren Plumula kaum gewachsen war, besaßen eine kräftige 10—15 cm lange Hauptwurzel nebst Seitenwurzeln und z. T. einzelne Adventivwurzeln aus der Basis des Hypokotyls.

Zu diesem Zeitpunkt mußten die Versuche wegen meiner Abreise leider abgebrochen werden und so war es nicht möglich, das weitere Wachstum der Dunkelkeimlinge zu verfolgen. Bemerkenswert möchte ich noch, daß die Vegetationspunkte der am meisten gehemmten (erst 2 mm langen) Plumulae völlig intakt waren und keine Schädigung erkennen ließen, aber offenbar seit der Trennung des Keimlings vom Baum kaum gewachsen waren. Denn man konnte keinen Unterschied in ihrer Größe und Ausgestaltung gegenüber derjenigen der frisch abgefallenen Keimlinge erkennen.

Auch waren die Keimlinge noch dicht mit Stärke gefüllt. Nur direkt unter der Plumula bestand eine 1 mm breite stärkefreie Zone und ebenso war das Wurzelende in einer Länge von etwa 1 cm von Stärke entleert. —

Die Tatsache, daß der Lichtabschluß das Austreiben der Knospe der *Bruguiera*-Keimlinge stark verzögert, vielleicht z. T. sogar vollständig hemmt<sup>1)</sup>, erschien mir zuerst recht überraschend, da Ähnliches bei Pflanzen unserer Zone bis jetzt kaum bekannt war. Das einzige Gegenstück hierzu, die Lichtkeimer unter den Samen, sind wohl nicht ohne weiteres mit den *Bruguiera*-Keimlingen in eine Reihe zu stellen. Denn obwohl der Vegetationspunkt der letzteren eine gewisse, allerdings nur kurze Ruhezeit durchmacht, so scheint das Wurzelende des Hypokotyls kaum jemals sein Wachstum ganz zu unterbrechen (KARSTEN l. c. 37); eine totale Ruhe des Organs, ähnlich der der Embryonen vieler Samen, liegt also nicht vor.

Man könnte deshalb das Verhalten der Keimlinge schon eher mit demjenigen der Holzgewächse vergleichen, bei denen, wenn das Knospenwachstum vollständig ruht, das Wurzelwachstum noch andauert oder schon wieder beginnt (SIMON 1906, 15). Nun pflegt aber gerade hier — bei Anwesenheit aller übrigen notwendigen Faktoren — die Dunkelheit das Austreiben der Knospen keineswegs zu hemmen. Davon macht allein nach JOSTs bekannten Untersuchungen (1894) die Rotbuche eine Ausnahme. Einzelne Zweige eines Baumes werden durch Verdunkelung vollständig am Austreiben verhindert und total verdunkelte Bäumchen lassen sehr verspätet einige wenige terminale Knospen treiben, während die große Menge der übrigen in Ruhe verharrt. Auch KLEBS (1911, 41) berichtet neuerdings von einigen tropischen Baumarten, besonders *Albizzia* sp., die im Dunkeln keine Blatt- und Sproßentwicklung zeigten, ans Licht gestellt aber sofort austrieben. Doch scheint er selbst seinen kurzfristigen Versuchen keinen allzu großen Wert beizulegen.

---

1) Dies könnte exakt nur durch Versuche mit solchen Keimlingen entschieden werden, welche noch nicht wie ein Teil meiner Objekte (wenn auch nur kurze Zeit) vorbelichtet waren, d. h. sie müßten bei Beginn der Versuche ihren Kelch noch besitzen, der die Plumula völlig gegen das Licht abschließt. — Gleichzeitig wäre auch der Einfluß einer kürzeren oder längeren Vorbelichtung der noch nicht treibenden Plumula auf ihre spätere Entwicklung zu prüfen.

Einige Zeit nach meiner Rückkehr erschien nun eine Arbeit von WISNIEWSKI (1912), welche eine der von mir geschilderten ganz analoge Erscheinung bei den Winterknospen von *Hydrocharis Morsus ranae* L. (z. T. auch von *Utricularia vulgaris*) feststellte. Diese Knospen zeigten nämlich bei Lichtabschluß eine totale Hemmung des Austreibens (6 Monate hindurch bis Ende April), keines der angewandten Mittel, wie erhöhte Temperatur, Darbietung von Salzen etc., vermochte sie aufzuheben. Leider hat W. nicht das weitere Schicksal dieser gehemmten Knospen verfolgt und nicht ermittelt, ob etwa im Laufe des Sommers doch ein langsames Treiben der Knospen eintrat oder ob sie schließlich zugrunde gingen.

Auch bezüglich eines anderen Vorgangs förderten WISNIEWSKIs und meine Untersuchungen ähnliche Resultate. W. konnte nämlich für die Neubildungstätigkeit an zerschnittenen Tuvionenteilen, die bereits von KLEBS beobachtet war, nachweisen, daß sie zwar im Dunkeln erfolgt, aber mit starker Verzögerung. Während sie im Licht nach 3–4 Tagen einsetzte, geschah dies im Dunkeln erst nach 3 Wochen. Entsprechende Beobachtungen machte ich an Teilstücken der *Bruguiera*-Keimlinge, die sich in hohem Grade als regenerationsfähig erwiesen. Sowohl Spaltstücke wie Querscheiben von nicht zu geringen Dimensionen vermögen ähnlich ausgiebig wie *Armoracia*- u. a. Wurzeln direkte Neubildungen, Adventivsprosse und -wurzeln zu erzeugen, und zwar entstehen die Sprosse aus einem dem Kambium entstammenden Kallus, während die Wurzeln direkt aus dem Kambium wie bei Sproßstecklingen hervorgehen.

Für die Versuche wurden teils gespaltene dekapitierte Keimlinge, teils Querscheiben von 1 bis 3 Zentimeter Dicke verwendet, auf nassen Sand in verschiedener Orientierung ausgelegt, mit Glasschalen bedeckt und im Laboratorium oder Dunkelzimmer aufgestellt. — Zunächst erschienen nach 3–4 Wochen die ersten Wurzeln sowohl in den beleuchteten Kulturen wie im Dunkeln, doch war im Licht die Wurzelentwicklung sichtlich gehemmt gegenüber der im Dunkeln, wie dies auch bei anderen Stecklingen der Fall zu sein pflegt. — Nach 2 Monaten besaß jedes Teilstück mehrere kräftige bis 5 cm lange Wurzeln, die invers gelegten Stücke etwas geringere. Zur gleichen Zeit erschienen in den Lichtkulturen die ersten Sproßanlagen auf kleinen etwa 1 mm hohen Kallushügeln. Einen Monat später zeigten sämtliche Teilstücke, auch die invers gestellten, je nach Größe 1 bis 2 Sproßanlagen resp. kleine Sprosse, während in den Dunkelkulturen noch keine

Spur von adventiven Sproßanlagen, nicht einmal der Beginn von Neubildungen zu bemerken war.

Erst bei Abschluß der Versuche, d. h. 4 Monate nach ihrem Beginn, waren in den Dunkelkulturen am apikalen Ende der größten Spaltheilften die ersten Adventivknospchen mikroskopisch nachzuweisen. Die übrigen Stücke zeigten außerdem den Beginn einer Neubildungstätigkeit (Kallus) über der Kambialzone der Wundflächen. Dagegen war die Schnittfläche der sämtlichen Querscheiben auch jetzt noch, bis auf geringe Korkbildung, unverändert. — Es ist nicht ausgeschlossen, daß bei noch längerer Versuchsdauer auch die übrigen Teilstücke Adventivsprosse gebildet hätten, da sie noch völlig gesund und dicht mit Stärke erfüllt waren, und daß es sich auch hier ebenso wie in WISNIEWSKIS Versuchen nur um eine starke Verzögerung der Neubildungstätigkeit handelte (die aber bei *Hydrocharis* offenbar nur im Weiterwachsen von bereits angelegten axillären Vegetationspunkten und keinen eigentlichen Adventivbildungen besteht).

Jedenfalls stehen unsere Befunde über die Abhängigkeit der regenerativen Sproßbildung an den Teilstücken der *Bruguiera*-keimlinge von der Beleuchtung in striktem Gegensatz zu unseren bisherigen Erfahrungen, die darin übereinstimmen, daß das Licht ohne Einfluß auf die Schnelligkeit und Größe solcher Neubildungstätigkeit ist, während die Kallusbildung selbst sogar direkt durch Beleuchtung gehemmt zu werden pflegt (vgl. SIMON 1908, 468).

---

In Hinblick auf die geringe Ausdehnung meiner Versuche, welche zunächst nur der Feststellung der mitgeteilten Tatsachen, nicht ihrer Analyse dienen sollten, muß hier auf eine ausführliche Erörterung der Wirkungsweise des Lichtes verzichtet werden. Doch möchte ich mir es nicht versagen, wenigstens kurz auf die in Betracht kommenden Möglichkeiten hinzudeuten.

Zunächst liegt es nahe, wie dies früher üblich war, lediglich eine Reizwirkung durch das Licht anzunehmen, ohne näher zu untersuchen, wie diese vor sich geht. Ferner könnte man sich der von LEHMANN (1913) in bezug auf die Lichtkeimer geäußerten Ansicht anschließen und dem Licht eine direkte oder indirekte katalytische Wirkung bei der Auslösung des Wachstums der Plumula zuerkennen. Schließlich wär es auch angängig, sich vorzustellen, daß bestimmte während der Ausbildung des Keimlings

gebildete Hemmungsstoffe durch das Licht zerstört werden und dadurch erst die Weiterentwicklung seiner Plumula ermöglicht würde.

Der zuletzt geäußerte Gedanke, daß solche Hemmungsstoffe (GASSNER [1915] spricht von einem Hemmungsprinzip) in der Pflanze gebildet werden, ist nicht neu und schon früher hin und wieder in der Literatur aufgetaucht (vgl. auch LIPSCHÜTZ 1915). Ich selbst habe ihn einmal gelegentlich der Behandlung der Ursachen der Ruheperiode tropischer Bäume ausgesprochen, indem ich die Möglichkeit der Entstehung und Anhäufung solcher das Knospenwachstum hemmenden Stoffe während des Vegetationsprozesses andeutete mit Bezugnahme auf die im tierischen Stoffwechsel auftretenden Ermüdungstoxine (vgl. WEICHARDT 1912). Gleichzeitig äußerte ich die Vermutung, daß diese Stoffe (Spaltungsprodukte oder Toxine) für den Zeitpunkt des Eintritts und die Dauer der Ruhe von Bedeutung sein könnten (1914, 179). Inzwischen hat sich F. WEBER (1916, 24 und 1918, 25—29) auf Grund eigener theoretischer Überlegungen meiner Anschauung angeschlossen und sie besonders KLEBS' Einwänden (1917, 409) gegenüber gestützt unter Hinweis auf die neuerdings gelungene Isolierung derartiger Stoffe bei Pflanzen (ZLATAROFF 1915).

Diese Hemmungsstoffe (WEBER nennt sie in Anlehnung an eine ältere mir damals nicht bekannt gewesene Arbeit von REINITZER [1893] Ermüdungsstoffe) werden bei periodisch wachsenden Pflanzen augenscheinlich gegen Ende der Ruheperiode hin regulatorisch durch den normalen Stoffwechsel wieder beseitigt. Das Gleiche dürfte auch bei Samen und vegetativen Fortpflanzungsorganen mit ausgesprochener Ruheperiode stattfinden.

In besonderen Fällen aber müssen offenbar noch bestimmte Außenfaktoren, wie beispielsweise das Licht, in mehr oder weniger starkem Maße bei der Zerstörung der Hemmungsstoffe mitwirken. Dies letztere trifft, wenn wir bei den Holzgewächsen bleiben, wahrscheinlich bei der Buche zu. Deshalb ist es auch verständlich, daß starke Dauerbelichtung, die nach unserer Annahme eine beschleunigte Zerstörung der hemmenden Stoffe bewirken würde, bei diesem sonst ganz treibfesten Gewächs ein schnelles Austreiben während der tiefsten Ruhe bewerkstelligen kann (KLEBS 1914). — Ferner gehören zu dieser Kategorie von Organen, deren Stoffwechsel in ähnlicher Weise durch das Licht beeinflusst wird, die *Bruguiera*-Keimlinge, die Winterknospen von *Hydrocharis* u. a. und die lichtkeimenden Samen.

Die zerstörende Wirkung des Lichtes auf die Hemmungsstoffe scheint jedoch keine spezifische zu sein, denn sie vermag durch andere Faktoren ersetzt zu werden, z. B. durch Acetylen bei der Buche (WEBER 1916, 9), ferner durch Säuren, Enzyme etc. und Temperaturerhöhung bei Samen (LEHMANN 1913, OTTENWÄLDER 1914, GASSNER 1915). Andererseits ist bei gewissen Samen (Wasserpflanzen) das Licht augenscheinlich wirkungslos, während allein durch Säurezusatz die Keimung veranlaßt werden kann (FISCHER 1907). Es hängt also jedesmal von der Natur des Hemmungstoffes ab, welcher Faktor zerstörend auf ihn wirkt und demgemäß eine Verkürzung der Ruhe herbeiführt. Denn die betr. Stoffe müssen ohne Frage in den einzelnen Pflanzarten sehr verschieden sein, ebenso wie dies die Eiweißstoffe sind, aus denen sie durch Spaltung hervorgehen (vgl. hierzu bei WEICHARDT [1912] über die Art, Entstehung und Darstellung der Ermüdungsstoffe des tierischen Stoffwechsels).

Die zuletzt vorgetragenen Ideen über die Hemmungsstoffe und ihre möglichen Beziehungen zum Licht erscheinen vielleicht noch etwas stark hypothetisch, sind es jedoch kaum in höherem Grade wie die bisher vorgebrachten Erklärungsversuche des Lichteinflusses auf die Samenkeimung. Immerhin haben sie vor manchen anderen voraus, daß sie infolge der schon gelungenen Isolierung derartiger Stoffe nicht ganz in der Luft schweben und deshalb in absehbarer Zeit einer experimentellen Behandlung zugänglich sein dürften.

Göttingen, Februar 1921.

#### Literatur.

- FISCHER, A. 1907. Ber. Bot. Ges. 25.  
 GOEBEL, K. 1889. Pflanzenbiol. Schilderungen I.  
 GASSNER, G. 1915. Z. f. Botanik 7.  
 — — . 1915. Ber. Bot. Ges. 33.  
 HABERLANDT, G. 1895. Ann. Jard. Bot. Buitenzorg. 12.  
 JOST, L. 1894. Ber. Bot. Ges. 12.  
 KARSTEN, G. 1891. Bibl. Bot. H. 22.  
 KLEBS, G. 1911. Sitzber. Heidelbg. Akad., Math.-nat. Kl., Abh. 23.  
 — — . 1914. Abhandlg. Heidelbg. Akad., Math.-nat. Kl., Abh. 3.  
 — — . 1917. Biol. Ctrbl. 37, Nr. 8.  
 LEHMANN, E. u. OTTENWÄLDER. 1913. Z. f. Botanik 5.  
 LIPSCHÜTZ, A. 1915. Allg. Physiologie d. Todes. Braunschweig.  
 OTTENWÄLDER. 1914. Z. f. Botanik 6.  
 REINITZER, FR. 1893. Ber. Bot. Ges. 11.

SCHIMPER, A. F. W. 1891. Indomal. Strandflora. Jena.

SIMON, S. V. 1906. Jahrb. f. wiss. Bot. 43.

— —. 1908. Jahrb. f. wiss. Bot. 45.

— —. 1914. Jahrb. f. wiss. Bot. 54.

WEBER, FR. 1916. Sitzber. Akad. Wien, Math.-nat. Kl. I, 125. H. 5.

— —. 1918. Sitzber. Akad. Wien, Math.-nat. Kl. I, 127. H. 1.

WEICHARDT, W. 1912. Ermüdungsstoffe. 2. Aufl. Stuttgart.

WISNIEWSKI, P. 1912. Bull. Akad. Sc. de Cracovic, Mat.-nat. Kl. B., p. 1045.

ZLATAROFF, AS. 1915. Z. f. allg. Physiologie 17.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Simon S.V.

Artikel/Article: [Über den Einfluß des Lichts auf die Entwicklung der Keimlinge von \*Bruguiera eriopetala\*. 165-172](#)