

winden. Auch bei den Gräsern dürfte es wohl demgemäß erlaubt sein anzunehmen, daß die Verhältnisse analog seien, obschon die Technik bis jetzt in diesem Punkte uns im Stiche läßt.

(Schluß folgt.)

Die Samenbildung und Keimung von *Aponogeton* (*Ouvirandra*) *Bernierianus* (Decne.) Benth. et Hook. f.

Von R. v. Wettstein (Wien).

Mit Tafel II.

Im Jahre 1904 erwarb ich für den botanischen Garten der Universität Wien ein Exemplar von *Aponogeton Bernierianus* (Decne.) Benth. et Hook. f.¹⁾, das neuer zur Blüte und Fruchtreife gelangte und Gelegenheit zu Beobachtungen über Frucht- und Samenbildung, sowie über die Keimung bot, über die ich in Kürze berichten will.

Was zunächst die Bezeichnung der beobachteten Pflanze als *A. Bernierianus* anbelangt, so bedarf dieselbe einer kurzen Motivierung.

Von Arten der ehemaligen Gattung *Ouvirandra*, die nunmehr nach dem Vorgange Bentham und Hookers (Gen. plant. III. p. 1014) zu *Aponogeton* gestellt werden, kennt man bisher 2 Arten²⁾, nämlich den bekannten, oft kultivierten und abgebildeten *A. fenestralis* (Poir.) Hook.³⁾ und *A. Bernierianus*⁴⁾, beide ausgezeichnet durch Reduktion der Blattsubstanz zwischen den Rippen der submersen Blätter. Von diesen beiden Arten ist *A. fenestralis* gut charakterisiert; die Angaben über die Merkmale des *A. Bernierianus* weichen stärker voneinander ab, und wer beispielsweise die Abbildung, welche Decaisne seiner Diagnose beigibt, mit der Abbildung im Botan. Magaz. t. 5076 vergleicht, wird kaum glauben, daß es sich um dieselbe Pflanze handelt. Ich möchte es vorläufig dahingestellt sein lassen, ob nicht tatsächlich mehr als zwei Arten

¹⁾ *Aponogeton Bernierianus* (Decaisne in De Lessert et A. P. de Candolle Icon. select. plant. Vol. III. 1837. p. 43 et Tab. 100, sub *Ouvirandra*) Bentham et Hooker, Genera plant. III. p. 1014.

²⁾ *A. resp. Ouv. Hildebrandtii* Eichler (Monatschr. d. Ver. zur Beförd. des Gartenb. Berlin 1879, mit Taf.) soll nach Index Kewensis gleich *A. Bernierianus* sein.

³⁾ Vergl. De Lessert l. c. t. 99; Mayer und Seubert in Gartenflora 1863. Taf. 387; Hooker in Curt. Bot. Mag. tab. 4894; Fl. d. Serres t. 1107 bis 1108; Illustrat. hortie. tab. 390; Otto Gartenzeitung 1856, t. 13; Engler in Engler-Prantl Natürl. Pflanzenfam. II. T., 1. Abt., Fig. 166; Göbel Pflanzenbiol. Schild. II. 2. S. 320.

⁴⁾ Vergl. Hooker in Curt. Bot. Mag. t. 5076; fl. d. Serres t. 1421 bis 1422.

dieses Formenkreises existieren¹⁾, und nur konstatieren, daß die von mir untersuchte Pflanze vollständig mit der Abbildung im Botan. Mag. übereinstimmt.

Über die Ökologie dieser beiden interessanten Wasserpflanzen ist wenig bekannt, speziell über die des *A. Bernierianus* konnte ich in der Literatur nichts finden. Von anderen Arten der Gattung *Aponogeton* ist *A. distachyus* L. in ökologischer Hinsicht mehrfach untersucht worden²⁾. Die Ökologie der Blätter von *A. fenestralis* behandelte Göbel³⁾, die Morphologie der Früchte und Samen untersuchte am eingehendsten Engler⁴⁾.

Das Exemplar von *Aponogeton Bernierianus*, welches mir zu meinen Untersuchungen diene, gelangte im Juni d. J. zur Blüte. Ich war damals nicht in der Lage, Untersuchungen über den Bestäubungsvorgang anzustellen, kann also über denselben nicht viel berichten. Es erscheint mir als ziemlich sicher, daß die Bestäubung durch Vermittlung des Wassers stattfindet, d. h. daß die Pollenkörner schwimmend zur Narbe gelangen. Dafür spricht schon der Umstand, daß in jenen Fruchtknoten Samen zur Ausbildung gelangten, deren Narben an der Wasseroberfläche sich befanden, während die tiefer stehenden Fruchtknoten steril blieben. Damit würde auch übereinstimmen, daß nach den Beobachtungen Meyers (Gartenflora l. c.) bei *A. fenestralis* selbst eine künstliche Bestäubung der über die Wasseroberfläche herausragenden Blüten erfolglos war. Die Bemerkung von Appel und Löw in Knuths Handbuch der Blütenbiologie III. 2. T., S. 256, daß „die Blüten von *Aponogeton* wegen ihres blumenblattähnlichen Perianths vermutlich entomophil sind“, gilt natürlich nicht von *A. Bernierianus* und *A. fenestralis*, sondern von den Arten vom Typus des *A. distachyus*, deren Inflorescenzen einen Schauapparat besitzen und auch über das Wasser hervorragen.

Die Samenanlagen des von mir untersuchten Materiales waren reichlich befruchtet, ich konnte in den Mikropylen fast aller untersuchten Samenanlagen Pollenschläuche finden.

In bezug auf den Bau des Fruchtknotens, Zahl und Stellung der Ovula stimmt *A. Bernierianus* mit *A. fenestralis* überein

¹⁾ Über die Unterschiede zwischen *A. f.* und *A. B.* vergl. Hooker in Bot. Mag. Text zu Tab. 5076. — Heckel E. Sur l'*Oncocandra Bernieriana* de Madagascar et sur la valeur nutritive de son tubercule. (Rev. des Cult. colon. III. 1898. Nr. 14).

²⁾ Planchon J. E. Sur le genre *Aponogeton* et sur ses affinités naturelles. Ann. d. sc. nat. 3. Ser. I (1894). — Dutailly G. Observations sur l'*Aponogeton distachyus*. Assoc. franc. p. l'avanc. d. sciences. 1876. — Hildebrand F. Einige Beiträge zur Kenntnis d. Einrichtungen für Bestäubung und Samenverbreitung. Flora. 64. Jahrg. 1881. S. 502.

³⁾ Göbel K. Pflanzenbiol. Schild. II. 2. Lief. 1893. S. 320. — Über die Anatomie der Veget. Organe vergl. auch Parlatores: Tavole per una anat. delle piante acquatiche. Firenze 1881.

⁴⁾ Beiträge zur Kenntnis der *Aponogetonaceae* (Bot. Jahrb. f. Syst. VIII. S. 360. 1887).

(Taf. II, Fig. 1 und 2). Ovula konnte ich in jedem Fache 2—4 (nur vereinzelt 6) konstatieren. Die Ovula (Fig. 3) zeigten deutlich zwei Integumente, von denen das äußere sehr häufig eine auffallend weite Mikropylenöffnung aufwies. An vollkommen ausgebildeten Samenanlagen überragt das äußere Integument stets das innere; nur an verkümmerten Samenanlagen ist es häufig kürzer — sogar bedeutend kürzer — als das innere, wie dies die Figur 5 in De Lesserts Abbildung zeigt; ich vermute deshalb, daß auch die Abbildung der Ovula von *A. fenestralis* in Mayer und Seubert (Gartenflora 1863), reproduziert von Engler in Engler-Prantl Natürl. Pflanzenfam., solche unentwickelte Ovula darstellt. In der Regel gelangen in jedem Fruchtknoten 1—2 Ovula zur Samenreife.

Ein Rubestadium nach Ausreifen der Samen tritt nicht ein, sondern unmittelbar nach vollständiger Entwicklung des Embryo tritt die Keimung ein, die mit einem Ergrünen des Embryo im noch geschlossenen Fruchtknoten beginnt.

Eine ganze Reihe interessanter Erscheinungen ist nun an der reifen Frucht, am Samen und bei der Keimung zu beobachten.

Das Freiwerden der Samen aus der Frucht erfolgt dadurch, daß explosionsartig die ganze Fruchtwand aufgelöst wird; die Zellen treten aus dem Verbände und runden sich ab, so daß die ganze Fruchtwand zu einem unregelmäßig geformten, grünlichen, schleimigen Klumpen wird, der einige Zeit noch im Wasser schwebend sich erhält, dann aber untersinkt und verfault. Dieser Desorganisation der Fruchtwand geht eine Auflösung, respektive ein Zerreißen der Cuticula an der Außenseite voraus, von der sich sehr häufig größere Fragmente lösen und längere Zeit noch als überaus zarte Häutchen an der Wasseroberfläche herumschwimmen.

Die auf diese Weise freigewordenen Samen steigen auf und schwimmen auf der Wasseroberfläche in horizontaler Lage. Sie sind von glänzend weißer Farbe und unbenetzbar¹⁾. Durch den letzteren Umstand wird gewiß ihre Schwimmfähigkeit erhöht; verursacht wird dieselbe durch das lufthältige äußere Integument. Dasselbe zeigt den in Fig. 10 dargestellten Bau; die Zellen der mittleren Schichte sind sternförmig und lassen mächtige Interzellularräume frei, die mit Luft erfüllt sind.

Zu gleicher Zeit mit dem Freiwerden des Samens beginnt eine Reihe von Vorgängen, welche das Heraustreten des Embryo aus dem Samen zur Folge haben. Zunächst schwillt das innere Integument in seinem Mikropylarteile durch Vergrößerung der Zellen stark an. Es wirkt als eine Art Schwellgewebe, das eine Erweiterung der Mikropylaröffnung des äußeren Integumentes verursacht. Der Embryo wächst rasch heran und schiebt allmählich das Radikularende zur Mikropyle heraus. Wenige Stunden nach dem Frei-

¹⁾ Sie erinnern in dieser Hinsicht an die Samen von *Sagittaria*, vergl. Hildebrand, Verbreitungsmittel d. Pfl. 8. 23.

werden des Samens ist es bereits frei zu sehen. Nun beginnt ein weiterer merkwürdiger Prozeß. An dem Mikropylarende des noch immer in horizontaler Lage schwimmenden Samens beginnen 3—5, zumeist 4 Lappen eines überaus zarten Häutchens sich abzulösen (Fig. 4). Dieselben werden sehr rasch (im Verlaufe von 15 Minuten bis 1 Stunde) so lange, daß sie bis an das Chalazaende reichen. Zu gleicher Zeit neigt sich das Mikropylarende der Schwere folgend nach abwärts und kurze Zeit später schwimmt der Samen in vertikaler Stellung, nur mit dem Chalazaende aus dem Wasser hervorragend und an der Oberfläche festgehalten durch die Flügel des zarten Häutchens, dessen Ablösung ich eben beschrieb. Fig. 5 und 6 stellen den Samen in diesem Zustande von oben gesehen dar; Fig. 7 zeigt ihn in der Seitenansicht in einem etwas vorgereckteren Stadium. Die zarten, der Wasseroberfläche aufliegenden häutigen Flügel stellen zweifellos die Cuticula des Samens dar, welche sich von der Oberfläche des äußeren Integumentes losgelöst hat. Daß diese Deutung richtig ist, geht nicht nur daraus hervor, daß die Loslösung der Cuticula sich direkt im Mikroskope beobachten läßt (vergl. Fig. 10), sondern daß die zarte Haut alle Eigentümlichkeiten der Cuticula aufweist¹⁾ (Unlöslichkeit in konzentrierter Schwefelsäure und Kupferoxydammoniak, Gelbfärbung mit Chlorzinkjod, Gelbfärbung mit konzentrierter Kalilauge, relative Unlöslichkeit in konzentrierter Chromsäure).

Nach Ablösung der Cuticula beginnt in den Integumenten in der Umgebung der Mikropyle ein ganz ähnlicher Auflösungsprozeß, wie ich ihn früher für die Fruchtwand beschrieb. Die Zellen treten aus dem Verbände und runden sich ab. Dadurch wird die Öffnung der Mikropyle vergrößert und kurze Zeit darauf fällt der Embryo aus dem Samen heraus und fällt zu Boden (Fig. 7 und 8).

Alle diese Vorgänge spielen sich oft auffallend rasch ab. Am 15. Oktober beobachtete ich um 12 Uhr 30 Minuten mittags das Freiwerden der beiden Samen einer Frucht, um 1 Uhr 40 Minuten begann die Ablösung der „Schwimmbäute“, um 2 Uhr 15 Minuten waren dieselben vollkommen entwickelt und um 2 Uhr 35 Minuten fiel der Embryo aus dem Samen heraus. In anderen Fällen verlief der Vorgang noch rascher, während er sich ab und zu bedeutend verzögerte; insbesondere war dies dann der Fall, wenn die Ablösung der Cuticularflügel unregelmäßig vor sich ging und die Samen nach diesem Ablösen nicht vertikal, sondern schief standen.

Der Embryo zeigt im Momente des Freiwerdens den in Fig. 8 dargestellten Bau. Er besteht der Hauptmasse nach aus dem kegelförmigen, stärkemehlreichen, intensiv ergrüntem Cotyledo, an dessen

¹⁾ Das Bild, das sich darbietet, erinnert überraschend an dasjenige, welches Garreau in Ann. d. sc. nat. 8. Ser. Botan. Tom. 13, Taf. 9 in Fig. 6 gibt und welches ein Ovulum von *Glaucium flavum* darstellt, dessen Cuticula auf künstlichem Wege zur Ablösung gebracht wurde.

Basis¹⁾ das schmal lanzettliche Primordialblatt steht, die Plumula ganz bedeckend. Die Hauptwurzel ist ganz rückgebildet; am Wurzelende zeigen sich die Anlagen zahlreicher Wurzelhaare, die nun rasch heranwachsen.

Schon nach 24 Stunden ist der Embryo am Grunde des Wassers mit den zahlreichen Wurzelhaaren fest verankert, auch das Primordialblatt erscheint nach dieser Zeit schon stark herangewachsen (Fig. 11 und 12). Nun entspringt die erste Adventivwurzel am Grunde der Cotyledo neben dem Rudimente der Hauptwurzel (Fig. 13); ihr folgt bald eine zweite Adventivwurzel am Grunde des Primordialblattes (Fig. 13). Einen etwa 12 Tage alten Keimling zeigt Fig. 14.

Die im Vorstehenden geschilderten Vorgänge zeigen die weitgehende Anpassung des *Aponogeton Bernierianus* an das Wasserleben, beziehungsweise an die Verbreitung seiner Samen durch das Wasser. Es treten hier Anpassungseigentümlichkeiten auf, die sich auch bei den Samen und Früchten anderer Wasserpflanzen finden (lufthaltige Gewebe im Samen bei *Caltha*²⁾, Reduktion der Hauptwurzel und Ausbildung zahlreicher Wurzelhaare am Radicularende bei vielen Arten³⁾; das Freiwerden der Embryonen erinnert einigermaßen an die Vorgänge bei *Criinum*]⁴⁾, kombiniert mit Einrichtungen eigener Art (z. B. Cuticular-Schwimmhäute); sie alle vereinigen sich zu einer überaus zweckmäßigen, den Umständen, unter denen die Pflanzen leben, entsprechenden Gesamteinrichtung.

Die *Aponogeton*-Arten, welche hier in Betracht kommen, leben nach den übereinstimmenden Mitteilungen der Sammler in Madagaskar in langsam fließenden Bächen und Flüssen in nicht bedeutender Tiefe (nach Ellis beispielsweise zirka 25 cm unter der Wasseroberfläche). Das Freiwerden der Samen und ihre Schwimfähigkeit bewirken zunächst ihre Verbreitung flußabwärts; das durch eine ganze Reihe von Einrichtungen sichergestellte und nach sehr kurzer Zeit eintretende Freiwerden des Embryo verhindert die Gefahr zu weiter Verschleppung, weitere Einrichtungen bewirken die sofortige Verankerung am Boden und die Möglichkeit der Weiterentwicklung am neuen Standorte.

Wenn auch im einzelnen die Verhältnisse der Samenverbreitung und der Keimung Ähnlichkeit mit diesen Vorgängen bei anderen Wasserpflanzen aufweisen, so ist mir doch kein Fall bekannt, der sich mit dem hier geschilderten decken würde. Nach den Schilderungen Hildebrands (*Flora a. a. O.*) erscheint es mir nur wahrscheinlich, daß die Keimung von *Aponogeton distachyus*

1) Wenn Engler (Jahrb. a. a. O.) im Gegensatze zu De Lessert, der eine im allgemeinen richtige Abbildung des Embryo gibt, sagt, die Plumula befinde sich in der Mitte des Embryo, so beruht dies auf einem Irrtume.

2) Vergl. Göbel, Pflanzenbiol. Schild. II. 2. 8. 373.

3) Vergl. Göbel a. a. O. — Schenk H. Biologie der Wassergewächse. S. 137 und 144.

4) Vergl. Göbel a. a. O. I. 8. 129.

in ähnlicher Weise verläuft. Im Bau der Samenschalen und des Embryo zeigt diese Art viel Übereinstimmendes; auch erfolgt das Freiwerden des Embryo in ähnlicher Weise. Hildebrand schildert den Vorgang in folgender Art: „Etwa nach einem Tage, während welcher Zeit die Samen auf dem Wasser sich weithin verbreitet haben können, entweicht nun der Saft aus dem Parenchym und es löst sich das Gewebe nebst der Oberhaut als ein helles Häutchen von dem Embryo des Samens los, welcher auf den Grund des Wassers sinkt“. Es erscheint mir als nicht ganz ausgeschlossen, daß dieses „helle Häutchen“ auch hier die Cuticula ist.

Figuren-Erklärung.

(Tafel II.)

Fig. 1—14. *Aponogeton Bernierianus*; alle Figuren sind mit Zeichenapparat entworfen.

Fig. 1. Zwei Früchte, 7fach vergrößert.

Fig. 2. Eine Frucht geöffnet, 8fach vergrößert.

Fig. 3. Längsschnitt durch ein Ovulum nach der Befruchtung, 80fach vergrößert.

Fig. 4. Reifer, auf der Wasseroberfläche schwimmender Samen im Momente des Beginnes der Cuticularschwimmhaut-Bildung, 10fach vergrößert.

Fig. 5 und 6. Samen mit Cuticularschwimmhäuten von oben gesehen, 10fach vergrößert.

Fig. 7. Samen nach dem Herausfallen des Embryo von der Seite gesehen, 10fach vergrößert.

Fig. 8. Embryo unmittelbar nach dem Herausfallen aus dem Samen, 10fach vergrößert.

Fig. 9. Querschnitt durch den unteren Teil des Embryo, den Cotyledon und das Primordialblatt zeigend, 25fach vergrößert.

Fig. 10. Stück eines Querschnittes durch das äußere Integument eines reifen Samens, 160fach vergrößert.

Fig. 11—14. Keimungsstadien, zirka 10fach vergrößert.

Die chilenischen Arten der Gattung *Calceolaria*.

Von J. Witasek (Wien).

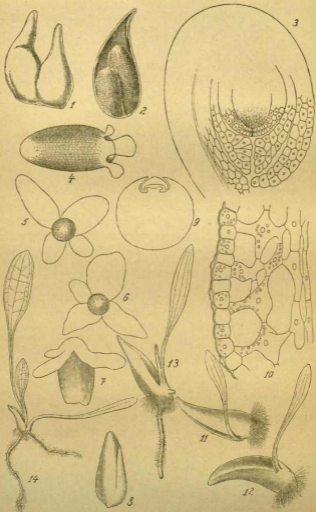
(Fortsetzung.¹⁾)

Ich füge meiner Aufzählung nunmehr die Beschreibungen der neuen Arten bei, muß jedoch bemerken, daß dieselben in den meisten Fällen nach wenigen, ja manchmal nach einem einzigen unvollständigen Exemplare gegeben werden mußten. Es werden daher manche dieser Diagnosen noch einer Ergänzung bedürfen.

1. *Calceolaria minima* n.

Planta pusilla, cum rhizomate perenni. Folia radicalia dense rosulata, scapus uniflorus, folia ovata vel ovato-lanceolata, parva,

¹⁾ Vgl. Nr. 12, S. 449.



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: 1906

Band/Volume: [056](#)

Autor(en)/Author(s): Wettstein Richard

Artikel/Article: [Die Samenbildung und Keimung von Aponogeton \(Ouvirandra\) Bernierianus \(Decne.\) Benth. et Hook. f. 8-13](#)