

# Kleine Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Angiospermen<sup>1)</sup>.

## II. *Klugia zeylanica* (R. Brown) Gardn.

Von Karl Schnarf (Wien).

(Mit einer Textabbildung.)

Gelegentlich einer vergleichenden Betrachtung der Endosperm-  
bildung innerhalb der Tubiflorenreihe<sup>2)</sup> äußerte ich die Vermutung, daß  
sich die Gesneriaceen in ihrer Endospermentwicklung an die Scro-  
phulariaceen, Labiaten, Plantaginaceen u. a. anschließen. Diese Ver-  
mutung, die übrigens auch schon früher von Jacobson-Stiasny<sup>3)</sup>  
ausgesprochen worden war, stützte sich auf die äußerst spärlichen  
Literaturangaben über die Gesneriaceen, vor allem auf die Mitteilungen  
der Balicka-Iwanowska<sup>4)</sup> über *Klugia Notoniana*. Diese Angaben  
zu ergänzen, und wenn nötig, zu berichtigen, war der Zweck der vor-  
liegenden Untersuchung.

Die jüngsten von mir gesehenen Stadien der Samenanlagen von  
*Klugia zeylanica*<sup>5)</sup> sind kleine, etwas gekrümmte Höcker ohne besondere  
Differenzierung. Fig. 1 zeigt bereits ein etwas vorgeschrittenes Stadium,  
in dem das einzige Integument schon stark entwickelt ist. Der Nucellus  
hat eine einschichtige Epidermis, die die einzige Archesporzelle über-  
zieht. Diese ist eine sehr langgestreckte Zelle, die bis zur Epidermis  
in der Chalazagegend reicht. Ihr Kern, der jetzt im Synapsisstadium ist,  
liegt stets im oberen Ende der Zelle; nur in einem einzigen Falle unter  
den zahlreichen beobachteten fand ich ihn im unteren Drittel der  
Archesporzelle. Die weitere Entwicklung des Embryosackes folgt dem  
Normaltypus. Fig. 2 zeigt von den vier Makrosporen die drei oberen  
in Desorganisation<sup>6)</sup>. Nach den zahlreichen, von mir gesehenen Fällen

<sup>1)</sup> Vgl. diese Zeitschrift, 1921, Nr. 6—8, S. 153—158.

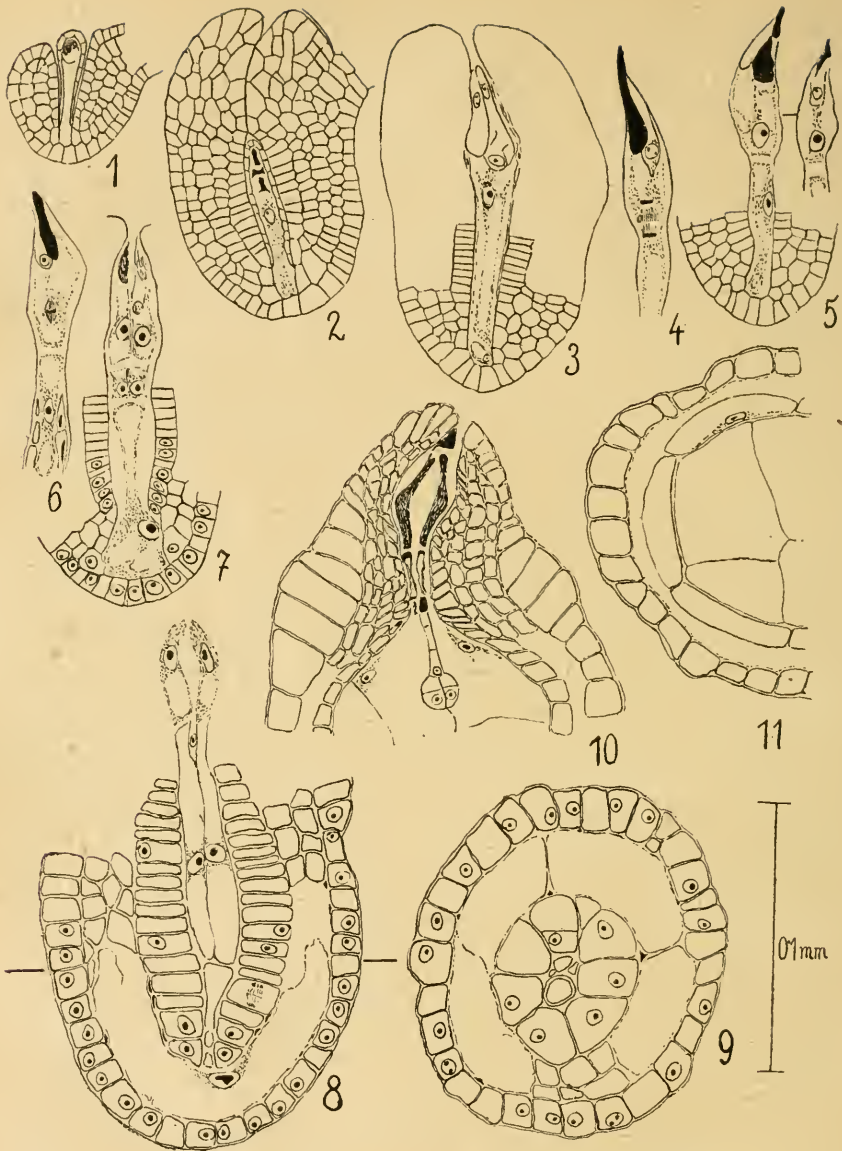
<sup>2)</sup> K. Schnarf, Zur Entwicklungsgeschichte von *Plantago media*. (Sitzber.  
Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Abt. I, 126., 1917.)

<sup>3)</sup> E. Jacobson-Stiasny, Versuch einer phylogenetischen Verwertung  
der Endosperm- und Haustorialbildung bei den Angiospermen. (Sitzber. Akad. Wiss.  
Wien, math.-nat. Kl., Abt. I, 123., 1914.)

<sup>4)</sup> G. Balicka-Iwanowska, Contribution à l'étude du sac embryonnaire  
chez certains Gamopetales. (Flora, 86., 1899, 47—71.)

<sup>5)</sup> Das Material stammt aus dem Gewächshause des Wiener botanischen  
Universitätsinstitutes. Die Pflanze stimmte mit der in Hook., Bot. Mag., t. 4620,  
abgebildeten *K. Notoniana* überein, die nach dem Index Kewensis richtig als  
*K. zeylanica* zu bezeichnen ist. Die Fixierung des Materiales erfolgte durch Alkohol-  
Eisessig; die meist nur 5  $\mu$  dicken Schnitte wurden mit Eisenhämatoxylin gefärbt.

<sup>6)</sup> Für *Rhytidophyllum* hat M. T. Cook (The embryology of *Rhytidophyllum*,  
Bull. Torrey Bot. Club, 34., 1907) angegeben, daß die einzige subepidermale Archesporzelle  
„becomes the functional megaspore without previous subdivisions“ ein im ganzen Verwandt-  
schaftskreis sonst nicht beobachtetes Verhalten, das wohl einer Nachuntersuchung bedarf.



Entwicklung der Samenanlage von *Klugia zeylanica*.

Sämtliche Figuren wurden mit Hilfe von Leitz' homogener Immersion  $\frac{1}{12} \alpha$  u. Zeichenokular 3 gezeichnet und dann bei der Reproduktion verkleinert. Die absolute Vergrößerung (ungefähr 360fach) ist durch die auf dieselbe Art gezeichnete Strecke von 0.1 mm dargestellt.

1. Junge Samenanlage mit Archesporzelle im Synapsisstadium.
2. Samenanlage mit den Tetradenzellen, von denen die drei oberen zugrundegehen.

3. Fertiger Embryosack; die Polkerne verschmolzen; eine Antipodenzelle im Schnitte sichtbar.

4. Embryosack nach der Befruchtung; erste Endospermteilung.

5. Zwei zusammengehörige Schnitte; in dem einen sind die durch den ersten Endospermteilungsschritt gebildeten Zellen, in dem andern ist die noch ungeteilte Eizelle zu sehen.

6. Zweizelliges Endosperm; in der oberen Zelle der Kern in Teilung.

7. Etwas weiter vorgeschrittenes Endospermstadium; die basale Endospermzelle wird zum Haustorium.

8. Etwas älteres Stadium; das basale Endospermhaustorium ist vom übrigen Endosperm abgeschnürt. Die Eizelle in das Endosperm hinabwachsend.

9. Querschnitt durch eine Samenanlage desselben Stadiums in der in der Fig. 8 durch zwei Striche bezeichneten Höhe, die Auflösung der zwischen der Mantelschicht und der Epidermis gelegenen Integumentzellen zeigend.

10. Oberes Ende einer Samenanlage mit kleiner Embryokugel; die beiden oberen Endospermzellen zugrunde gehend.

11. Querschnitt etwa in halber Höhe desselben Stadiums; außen die Epidermis, darunter Hohlraum, dann Mantelschichte und zu innerst Endospermzellen.

wird stets die unterste zum Embryosack. In diesem Stadium ist auch die Mantelschichte im Integument bereits deutlich differenziert. Fig. 3 stellt einen normalen Embryosack dar. Dieser besteht aus einem unteren, zylindrischen Teile, der von der Mantelschichte umschlossen wird und bis zur Epidermis in der Chalazagegend reicht, während der obere deutlich erweitert ist und nicht von der Mantelschichte umschlossen wird. Ein Vergleich der Fig. 2 und 3 zeigt nun, daß sich der Embryosack nach der Auflösung der Epidermis des Nucellus bei seiner Entwicklung nach oben hin streckt und sich dabei sozusagen in die Mikropyle hineinzwängt, bis die Spitze der Synergiden unmittelbar bei der Mündung der Mikropyle liegt. Dieses Vordringen des Embryosackes nach oben in den ursprünglichen Mikropylarkanal hinein ist eine bei den Scrophulariaceen<sup>1)</sup> und Labiaten<sup>2)</sup> sehr häufige Erscheinung, die bekanntlich bei *Torenia* auf die Spitze getrieben ist, indem bei dieser Pflanze der Embryosack sogar aus der Mikropyle hinauswächst, so daß der Eiapparat ganz außerhalb des Integumentes liegt<sup>3)</sup>. Gleichzeitig mit dem Vorbohren des Embryosackes vollzieht sich auch ein Erweitern desselben, so daß er in diesem Teile von den Resten zerdrückter Zellen umgeben ist. Im übrigen zeigt der Embryosack von *Klugia* kaum ein besonderes Verhalten. Im Eiapparate fallen die beiden sehr langgestreckten

1) E. Schmid, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Scrophulariaceen. (Beih. bot. Centralbl., 20., 1. Abt., 1906, 175—299.)

2) K. S c h n a r f, Beiträge zur Kenntnis der Samenentwicklung der Labiaten. (Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., 94., 1907.)

3) Dasselbe wurde in jüngster Zeit auch bei *Philadelphus coronarius* beobachtet. Vergl. G ä u m a n n, Studien über die Entwicklungsgeschichte einiger *Saxifragales*. (Recueil trav. bot. néerland., 16., 1919.)



Synergiden auf. Die Polkerne verschmelzen sehr frühzeitig, so daß Embryosäcke mit unverschmolzenen Polkernen sehr selten angetroffen werden und der sekundäre Embryosackkern ist ganz konstant in der Mitte des Embryosackes zu finden. Die Antipoden sind außerordentlich klein und vergänglich und ich war eigentlich nie in der Lage, ihre Zahl mit Sicherheit feststellen zu können.

Zum Studium des Befruchtungsvorganges ist *Klugia* wohl ein sehr ungünstiges Objekt infolge der außerordentlichen Kleinheit aller Teile. Fig. 4 zeigt die eine beim Eindringen des Pollenschlauches zugrundegegangene Synergide, die Eizelle, deren Kern zwei Nukleolen aufweist, und den primären Endospermkern in Teilung; Fig. 5 das Ergebnis dieser, nämlich zwei Endospermzellen, die durch eine quer gestellte Wand geschieden sind. Im weiteren Verlaufe der Endospermbildung bleibt nur die untere Zelle ungeteilt, ja es erfolgt in ihr nicht einmal eine Kernteilung, wie es bei Scrophulariaceen, Labiaten, *Plantago* u. a. so häufig vorkommt. Dagegen teilt sich die obere Zelle (Fig. 6) unter Bildung einer quer gestellten Wand, so daß der Raum des Embryosackes in drei Stockwerke zerfällt. Im obersten (Fig. 7) entstehen weiterhin zwei Zellen, die durch eine längsgerichtete Wand voneinander getrennt sind. Diese beiden so gebildeten Zellen erfahren späterhin keine Teilung mehr. Das mittlere Stockwerk ist in dem Stadium der Fig. 7 durch eine Längswand in zwei Zellen geteilt, die durch fortgesetzte Teilungen die Hauptmasse des Endosperms liefern; das mittlere Stockwerk ist — nach dem Ausdrucke E. Schmid's — die Endosperminitialie. Das unterste Stockwerk zeigt nur insofern eine Veränderung, als sein Kern in das etwas erweiterte untere Ende gewandert ist.

Während dieses Entwicklungszustandes, wo das Endosperm aus den genannten fünf Zellen besteht, kommt es nun zu einer ganz gewaltigen Größenzunahme der ganzen Samenanlage, welche im wesentlichen auf einer Streckung und nicht auf einer Vermehrung der Elemente der ganzen mittleren Partie des Integumentes und des Embryosackes beruht, wie ein Vergleich der Fig. 7 und 8 lehrt, die bei derselben Vergrößerung gezeichnet sind. In der letzteren Figur sehen wir die oberen, sich weiter nicht mehr teilenden Endospermzellen, die durch ihren Reichtum an Plasma an die bei manchen Scrophulariaceen vorkommenden mikropylären Endospermhaustorien erinnern. Die beiden mittleren Endospermzellen haben sich gleichzeitig mit der sie umgebenden Mantelschichte in die Länge gestreckt. Ein ganz eigentümliches Verhalten weist aber die unterste Endospermzelle auf. Das untere Ende der aus der Mantelschichte bestehenden Röhre hat sich verengt und so die basale Endospermzelle in zwei durch eine Einschnürung von

einander getrennte Teile geteilt. Der obere kernlose Teil liegt noch innerhalb der Mantelschichte; der untere, kernhaltige ist zu einem Haustorium geworden, welches augenscheinlich alle benachbarten Integumentzellen zwischen Epidermis und Mantelschichte nach und nach aufzehrt. An dem Längsschnitte in Fig. 8 sehen wir, wie eine große Menge dieser Zellen dahingeschwunden ist, und Fig. 9 zeigt diesen Auflösungs Vorgang an einem Querschnitte. Wenn wir hier von einem basalen Endosperm-Haustorium sprechen, so muß es mit einem gewissen Vorbehalte geschehen. Rein morphologisch ist zweifellos der Ausdruck berechtigt. Denn das vorliegende Organ ist einem typischen basalen Endospermhaustorium etwa von *Plantago*, *Lathraea* u. dergl. homolog. Ist es ihm aber auch physiologisch vergleichbar? Gewiß liegen da einige Unterschiede vor, die volle Beachtung verdienen. Bei den genannten typischen Haustorien handelt es sich um äußerst plasmareiche, an einer engbegrenzten Stelle sich weiterfressende Zellen; ihre Kerne liegen in unmittelbarer Nähe dieser Stelle und sind sehr deutlich hypertrophiert. Aber das Haustorium hier ist geradezu plasmaarm und sein einziger Kern ist weit entfernt von der ausgedehnten ringförmigen Region, wo die Auflösung vor sich geht. Er ist kaum hypertrophiert und liegt in einer unbedeutenden Plasmamasse eingebettet ganz konstant am unteren Ende der Mantelschichte. Wenn wir ihm ganz hypothetisch eine Funktion zuschreiben, so kann es höchstens die sein, daß er irgendwie mitwirkt bei dem Transport der Baustoffe, die durch die Auflösung der Integumentzellen freigeworden sind und an das Endosperm abgegeben werden, in welches die auch jetzt noch ungeteilte Eizelle hinabwächst.

Fig. 10 zeigt das obere Ende der Samenanlage in einem späteren Stadium. Die von einem dreizelligen Suspensor getragene wenigzellige Embryokugel ist von großen Endospermzellen umgeben. Die beiden obersten Endospermzellen sind stark gefärbt und wohl in Desorganisation begriffen. Während die in dieser Gegend liegenden Integumentzellen erhalten geblieben sind, erscheint das zwischen Epidermis und Mantelschichte befindliche Gewebe aufgelöst, wie es auch ein in etwa halber Höhe geführter Querschnitt durch die Samenanlage (Fig. 11) zeigt. In diesem fallen auch noch die Zellen der Mantelschichte auf, die sich in tangentialer Richtung außerordentlich stark gestreckt haben. Innerhalb dieser liegen nur vier Endospermzellen, die durch kreuzweise gestellte Wände getrennt sind, was damit zusammenhängt, daß sich die Endosperminitialia zunächst durch zwei aufeinander senkrecht stehende Längswände geteilt hat.

Wenn wir die Angaben der Balicka-Iwanowska mit unseren Beobachtungen vergleichen, so finden wir einige Abweichungen. Die

Autorin fand bei *Klugia Notoniana* in dem mikropylären Teile „un petit haustorium quadruple, fusiforme, non ramifié et riche en protoplasma“, während wir nur ein zweizelliges beobachten konnten, unter welchem — wie auch die Autorin richtig angibt — vier langgestreckte Endospermzellen vorhanden sind, welche gewissermaßen eine Verbindung zwischen dem Mikropylarhaustorium und dem eigentlichen Endosperm herstellen. Ferner bildet sie eine zweikernige basale Endospermzelle ab, während wir nur einen Kern in dieser fanden, der alsbald in die Basis des Embryosackes hinabrückt. Ganz abweichend von unseren Befunden ist auch die Art, wie nach ihrer Ansicht die langgestreckte Gestalt des basalen Embryosackteiles zustande kommt: „L'extrémité chalazienne de l'embryosac s'allonge après la fécondation et vient jusqu' à toucher la couche cellulaire de l'épiderme“. Das Studium der frühesten Entwicklungszustände hat uns jedoch gezeigt, daß bereits die Sporenmutterzelle nicht nur den ganzen Nucellus durchzieht, sondern sogar die untere Epidermis erreicht. Ein Strecken des Embryosackes nach unten erfolgt nicht. Die Angabe der Balicka-Iwanowska diesbezüglich ist wohl darauf zurückzuführen, daß sie die jüngsten Stadien zu wenig beachtet hat, zumal nur ein sehr genaues Studium sehr dünner Schnitte über die Ausdehnung der Makrosporenmutterzelle genügende Klarheit geben kann. Daß auch die früher angeführten Angaben der Autorin über die beiden Haustorien auf Irrtum beruhen, erscheint mir wahrscheinlich. Denn das von ihr benützte und als *K. Notoniana* (ohne Autor!) bezeichnete Material dürfte derselben Art angehören, wie das hier benützte (vergl. die Fußnote 5 auf Seite 255).

#### Zusammenfassung.

Die tenuinucellate, unitegmische Samenanlage von *Klugia zeylanica* bildet einen Embryosack nach dem Normaltypus aus. Die Archesporzelle und daher auch der fertige Embryosack reichen bis zur Epidermis in der Chalazagegend nach unten. Der untere Teil des Embryosackes ist von einer dem Integument angehörenden Mantelschichte umhüllt, der obere erweitert sich etwas durch Auflösen des benachbarten Gewebes und wächst bis zum Mikropyleneingang nach oben. Die Polkerne verschmelzen frühzeitig, die Antipoden (drei?) sind sehr klein und vergänglich. Nach der porogamen Befruchtung entsteht zunächst Endosperm nach dem zellularen Typus, u. zw. bildet sich zunächst eine Querwand; die untere Zelle und deren Kern bleiben ungeteilt, die obere teilt sich nochmals durch eine Querwand. In den beiden so gebildeten Zellen treten Längswände auf. Die beiden obersten Zellen bleiben ungeteilt und sind kleine mikropylare Endospermhaustorien. Die beiden darunter liegenden Zellen liefern die Hauptmasse des Endosperms, in



welches sich die lange ungeteilt bleibende Eizelle einsenkt<sup>1)</sup>. Die basale Endospermzelle bleibt ungeteilt, ihr unteres der unteren Epidermis anliegende Ende erweitert sich, wobei das zwischen der Mantelschichte und der Epidermis befindliche Gewebe des Integumentes bis fast zur Spitze der Samenanlage aufgezehrt wird.

Die Samenentwicklung von *Klugia* zeigt somit weitgehende Übereinstimmung mit der der Labiaten und Scrophulariaceen.

## Die Kalkschieferflora in den Ostalpen.

Von F. Vierhapper (Wien).

(Mit einer Karte.)

### I.

Der Unterschied der Vegetation über kalkarmer und kalkreicher Unterlage ist eine schon seit langem bekannte und oft geschilderte pflanzengeographische Erscheinung. Er tritt begreiflicherweise umschärfer hervor, je mehr die Gesteine voneinander abweichen und je weniger ihre Oberfläche durch eine ausgleichende Humusdecke verändert ist, steigt also im allgemeinen mit zunehmender Meereshöhe und ist in den Gebirgen, wo primäre und einheitlich sedimentäre Gesteine vorherrschen und zahlreiche Felsen und sonstige humusfreie oder -arme Stellen vorhanden sind, viel ausgesprochener und häufiger zu beobachten als in den Tiefländern mit ihren überwiegend oder ausschließlich fein gemischten Sedimenten und ihrer unter sonst gleichen Umständen viel gleichmäßigeren, mächtigeren Humusdecke.

Besonders günstige Bedingungen zum Studium dieses Unterschiedes finden sich in den Ostalpen, da hier Gesteine beiderlei Art in großem Ausmaße vorkommen. Hier wurden denn auch die abweichenden Vegetationsverhältnisse über diesen Gesteinen schon frühzeitig genauer erforscht und in ihrer Bedingtheit zu verstehen gesucht. Bereits im Jahre 1836 hat Unger für das nordöstliche Tirol den Gegensatz der Vegetation über Kalk- und Urgestein („Schiefer“) ausführlich dargestellt und auf das verschiedene Verhalten der Arten gegenüber der chemischen Beschaffenheit der Unterlage zurückgeführt, wodurch er zur Einteilung der Pflanzen in bodenvage, bodenholde — kalkholde — und bodenstete — kalk- und schieferstete — gelangte.

<sup>1)</sup> Nach dem Verlaufe der ersten Endospermteilungsschritte gehört somit *Klugia* zu dem etwas modifizierten Typus, den ich in meiner Arbeit über *Plantago* (l. c.) als Typus III bezeichnet habe.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: [070](#)

Autor(en)/Author(s): Schnarf Karl

Artikel/Article: [Kleine Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Angiospermen 255-261](#)