Beiträge zur Kenntnis der Samenentwicklung der Euphorbiaceen.

Von **Joseph Schweiger.**

Mit 33 Figuren im Text.

Die Euphorbiaceen zeigen bei der Entwicklung ihrer Samen eine ganze Reihe von Eigentümlichkeiten. Die Samenanlagen sind anatrop im Fruchtfach an der Placenta angeheftet, so dafs die Mikropyle etwas nach aufsen gewendet ist. Bezüglich der Integumente ist bekannt, dafs das äufsere sich vor dem inneren entwickelt. Dieses äufsere Integument weist an der Mikropyle eine bedeutende Verdickung auf, die bei den meisten Euphorbiaceen in charakteristischer Weise als sogenannte Caruncula ausgebildet ist.

Aufserdem sieht man oberhalb des Funiculus ein Zellgewebe, das keiner Art der Euphorbiaceen fehlt; es ist mehr oder weniger massig entwickelt und zeigt je nach den Gattungen besondere mehr oder weniger auffallende Verschiedenheiten.

Dieses Gebilde ward schon von Mirbel beobachtet und als „chapeau de tissu conducteur" bezeichnet, eine Nomenklatur, die Baillon als unpraktisch beanstandet; er schlug den Namen „obturateur" vor, ein Name, der jedoch auch nicht bei allen Euphorbiaceen zutreffend ist. Baillon hat in seiner Monographie der Euphorbiaceen[1]) das Ergebnis seiner eingehenden Untersuchungen über den Obturator usw. niedergelegt, aber vor allem sein Augenmerk nur auf die morphologische Seite der Eigentümlichkeiten der Samenentwicklung der Euphorbiaceen verwendet. Auf Mirbels Beobachtungen gründen sich auch die Untersuchungen Payers[2]); er hat bei Linum perenne den dort ebenfalls vorhandenen Obturator beschrieben und das Organ als capuchon bezeichnet.

Capus[3]) hat in seiner Abhandlung „über das Leitungsgewebe" bei Euphorbia myrsinitis den Obturator einer Untersuchung unterzogen; er schlägt den Namen „coussinet micropylaire" vor, der aber auch nicht das Richtige besagt.

Haben die obengenannten Forscher vor allem die Morphologie berücksichtigt, so finden wir bei Capus schon den Versuch gemacht,

---

1) Baillon, Étude générale du groupe des Euphorbiacees pag. 167.

2) Payer, Traité de l'organogenie pag. 522.

3) Capus, Anatomie du tissu conducteur. Annal des sc. nat. 6. sér. 7. 1878, pag. 243 ff.

auch die physiologische Seite in Betracht zu ziehen und auf die biologische Seite hinzuweisen.

Auch der Nucellus der Euphorbiaceen weist manche Eigentümlichkeiten auf. Auch diesbezüglich findet man bei Baillon[1]) in seiner Monographie eine ausführliche Beschreibung des Ergebnisses seiner Untersuchungen bei einer Reihe von Euphorbiaceen. Doch hat er auch hier sich auf das morphologische Moment beschränkt. Auch die Entwicklungsgeschichte ist nur wenig berücksichtigt. Es mufste daher bei den Untersuchungen auf die Entwicklungsgeschichte und Anatomie dieser Eigentümlichkeiten Rücksicht genommen werden. Darauf konnten erst die physiologischen und biologischen Schlüsse gezogen werden.

A. Anatomie und Entwicklungsgeschichte.

Obturator.

Macht man einen Achsenschnitt durch eine sehr junge weibliche Blüte von Euphorbia myrsinitis L., so sieht man wohl schon Nucellus und äufseres Integument entwickelt, vielleicht auch schon das Innere Integument angedeutet, aber noch keine Spur von einem Obturatorgewebe (Fig. 1). Erst etwas später zeigen sich die ersten Anfänge des Obturators; oberhalb des Funiculus erscheint an der Placenta eine kleine Anschwellung; sie ragt etwas ins Samenfach vor und stellt ein Polster von Zellen dar, die aus den verwachsenen Fruchtblatträndern entspringen. Diese Zellen haben einen reichlichen Plasmainhalt, dem ein grofser Kern eingelagert ist; die Zellwände sind sehr dünn. Die Zellen teilen sich ziemlich rasch und werden schliefslich zu einem ansehnlichen Zellkomplex. Der Ursprung des Obturators ist den beiden Fruchtblatträndern entsprechend kein einheitlicher; es läfst sich vielmehr eine rechte und eine linke Hälfte unterscheiden, die bei E. myrs. schon früh miteinander verschmelzen.

Es mufs besonders betont werden, dafs das Obturatorgewebe ein vom Funiculus unabhängiges Gewebe darstellt, indem beide unabhängig von einander an der Placenta entstehen. Immer entsteht das Obturatorgewebe zeitlich später als die Samenanlage. Ein Gefäfsbündel ist im Obturator niemals vorhanden. Auch bezüglich der Wachstumsrichtung beider Organe ist ein grofser Unterschied.

Der Funiculus streckt sich, erfährt eine scharfe Biegung nach unten und es wird die Samenanlage zu einer hängenden, so zwar,

1) Baillon a. a. O. pag. 167 ff.

dafs die Mikropyle später etwas nach aufsen gegen die Fruchtblattwandung geneigt ist, während in den ersten Anfängen des Wachstums die Achse des Nucellus ungefähr parallel zur Achse der Placenta gerichtet war.

Um die Zeit, wo das äufsere Integument etwa die Höhe der Nucellusspitze erreicht hat, finden sich die Obturatorzellen durch Querteilung beträchtlich vermehrt vor, es haben sich aber auch die äufseren Zellen des Obturators zum Teil schon beträchtlich gestreckt. Sie haben ihre bisherige Gestalt verloren und bilden mehr oder weniger lange haarförmige Gebilde oder Schläuche. Wie die anderen Obturatorzellen sind sie reichlich mit Plasma erfüllt und haben einen grofsen Kern und dünne Wandungen (Fig. 2). Schon auf dieser Entwicklungsstufe zeigt sich das Bestreben bei diesen schlauchförmigen Zellen,

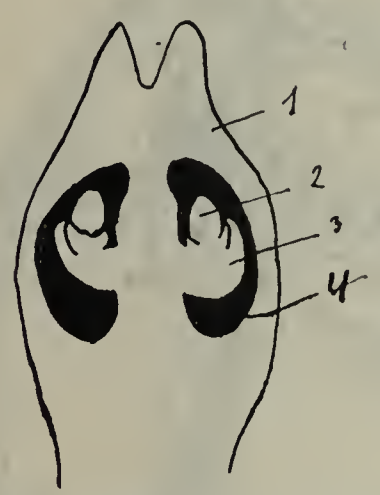

Fig. 1. Euphorbia myrsinitis L. 1. Carpell, 2. Nucellus, 3. äufseres Integument, erst auf der Aufsenseite der Samenanlage angelegt, 4. Fruchtfach.

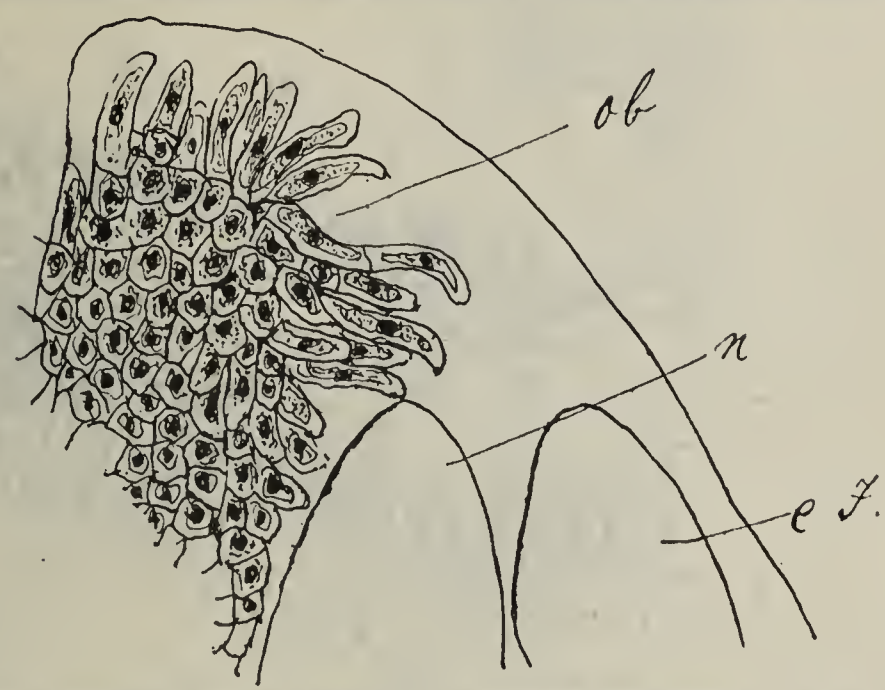

Fig. 2. Euph. myrsinitis L. Längsschnitt, oberer Teil mit oberem Obturator; die peripherischen Zellen sind schlauchförmig. *N* Nucellusspitze, *e* äufseres Integument.

den Nucellus zu erreichen. Schliefslich wird der Obturator in seinem Wachstum so gefördert, dafs er sich als ein sehr beträchtliches glockenförmiges Gebilde über den oberen Teil der Samenanlage herabsenkt.

War die Richtung des Wachstums des Obturators anfangs eine ungefähr senkrecht zur Achse der Placenta gerichtete, so wurde sie später eine schräg aufsteigende, zuletzt aber wieder nach abwärts strebende.

Völlig ausgebildet ist der Obturator zur Zeit der Befruchtungsfähigkeit der Samenanlagen. Er hat dann ungefähr die Form einer Glocke, die über den oberen Teil der Samenanlage gestülpt ist. Die

Zellschläuche, die am Rand des Obturators sich befinden, greifen um das äufsere Integument herum und legen sich ihm dicht an, umfassen es, so dafs sie eine Hülle um die Verdickung des Exostoms (Caruncula) bilden (Fig. 4). Ein Strang von Haarzellen schiebt sich ins Exostom hinein, dringt sogar ins Endostom vor, bis er die Spitze des Nucellus erreicht. Zwischen innerem und äufserem Integument finden wir hier eine Art Hohlraum, der von den eingedrungenen Obturatorschläuchen ganz erfüllt wird. Eine Anzahl Schläuche legt sich dann um die Spitze des Nucellus herum in schlangenförmigen Windungen, andere sind der Nucellarspitze, etwa parallel mit ihrer Achse laufend, aufgelagert[1]). Das Ende der Obturatorschläuche ist meist etwas angeschwollen oder keulig verdickt, und es hat den Anschein, als ob diese Zellen sich förmlich an dem Nucellus ansaugen würden.

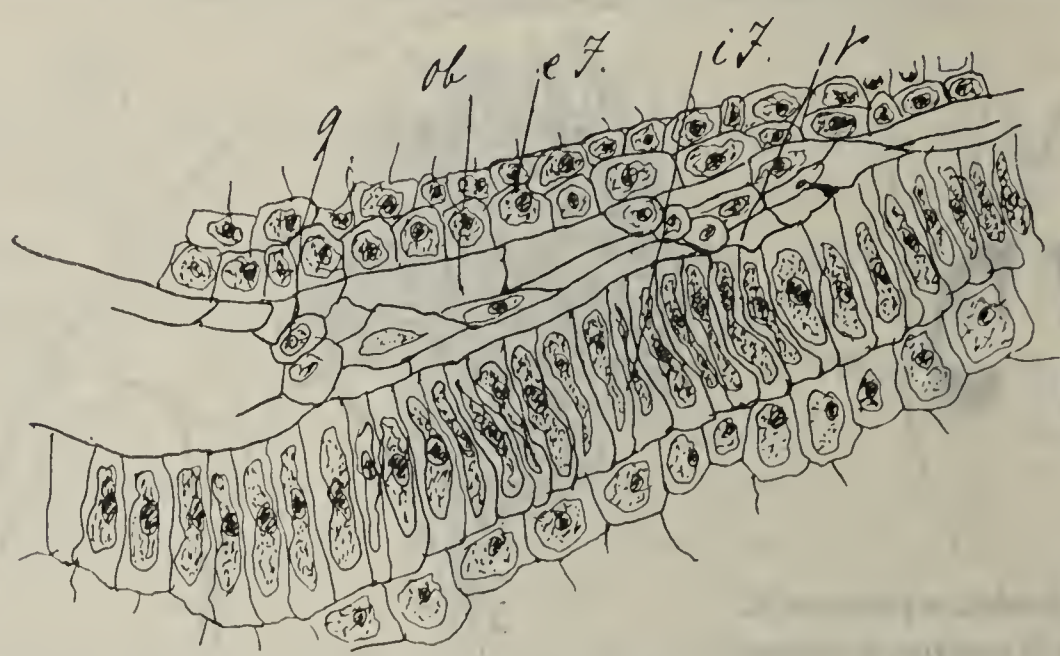

Fig. 3. Euph. myrsinitis L. Teil eines Längsschnittes; er zeigt die Zellen des Obturators = *ob*, die sich zwischen inneres (*i. J.*) und äufseres (*e. J.*) Integument geschoben haben. *p* = papillenartige Anschwellung. Zum Teil sind die Obturatorzellen quer oder schräg abgeschnitten (*g*).

Es dringt ferner eine Anzahl von Obturatorschläuchen auch zwischen inneres und äufseres Integument ein. Besonders diese Zellen, die eine ziemliche Strecke weit sich zwischen den beiden Integumenten vorschieben, bilden papillenartige Anschwellungen, mit denen sie dem inneren Integument sich fest anlegen, auch wohl zwischen die langgestreckten Cylinderzellen sich drängen (Fig. 3).

Wie demnach die äufseren Obturatorzellen das äufsere Integument umfassen, so wird auch das innere eine Strecke weit von Obturatorzellen umhüllt. Bleiben wir bei dem Vergleich des Obturators mit

1) Ein Eindringen in den Nucellus wurde nie beobachtet.

einer Glocke stehen, so entspräche dem Glockenschwengel ungefähr der Zellstrang, der auf den Nucellus zu wächst. Figur 4 zeigt in schematischer Zeichnung die Verhältnisse. Figur 5 stellt die Spitze des Nucellus dar mit Obturatorschläuchen und Stücken von Pollenschläuchen.

Die Schlauchzellen des Obturators nehmen begierig Farbstoffe wie Jodgrünfuchsin, Hämatoxylin etc. auf. Reaktionen mit Rutheniumrot ergaben den Nachweis für das Vorhandensein von viel Schleimsubstanzen in den Zellwänden.

Querschnitte durch die Stelle, die unterhalb des Griffelansatzes liegt, zeigen die Verwachsungsstelle zweier Fruchtblätter sowie

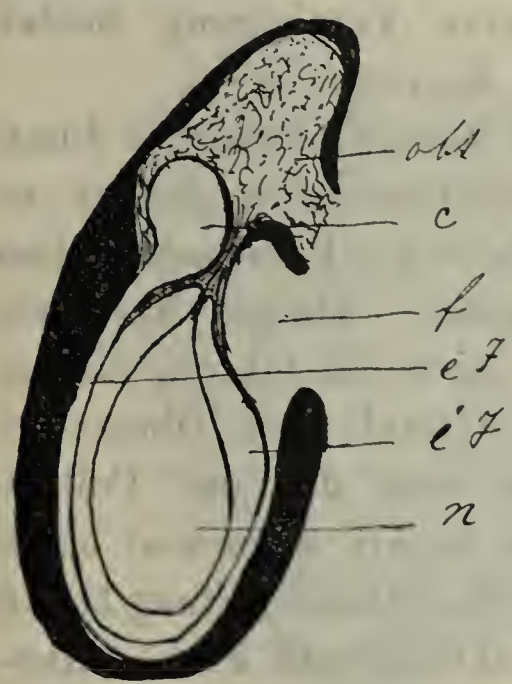

Fig. 4. Euph. myrsinitis L. Schematisch. Längsschnitt. *obt* Obturator, dessen Zellen zum Nucellus (*n*) vordringen, sich zwischen inneres und äufseres Integument (*iJ*, *eJ*) einschieben und den oberen Teil der Samenanlage *c* (Caruncula) umfassen, *f* Funiculus.

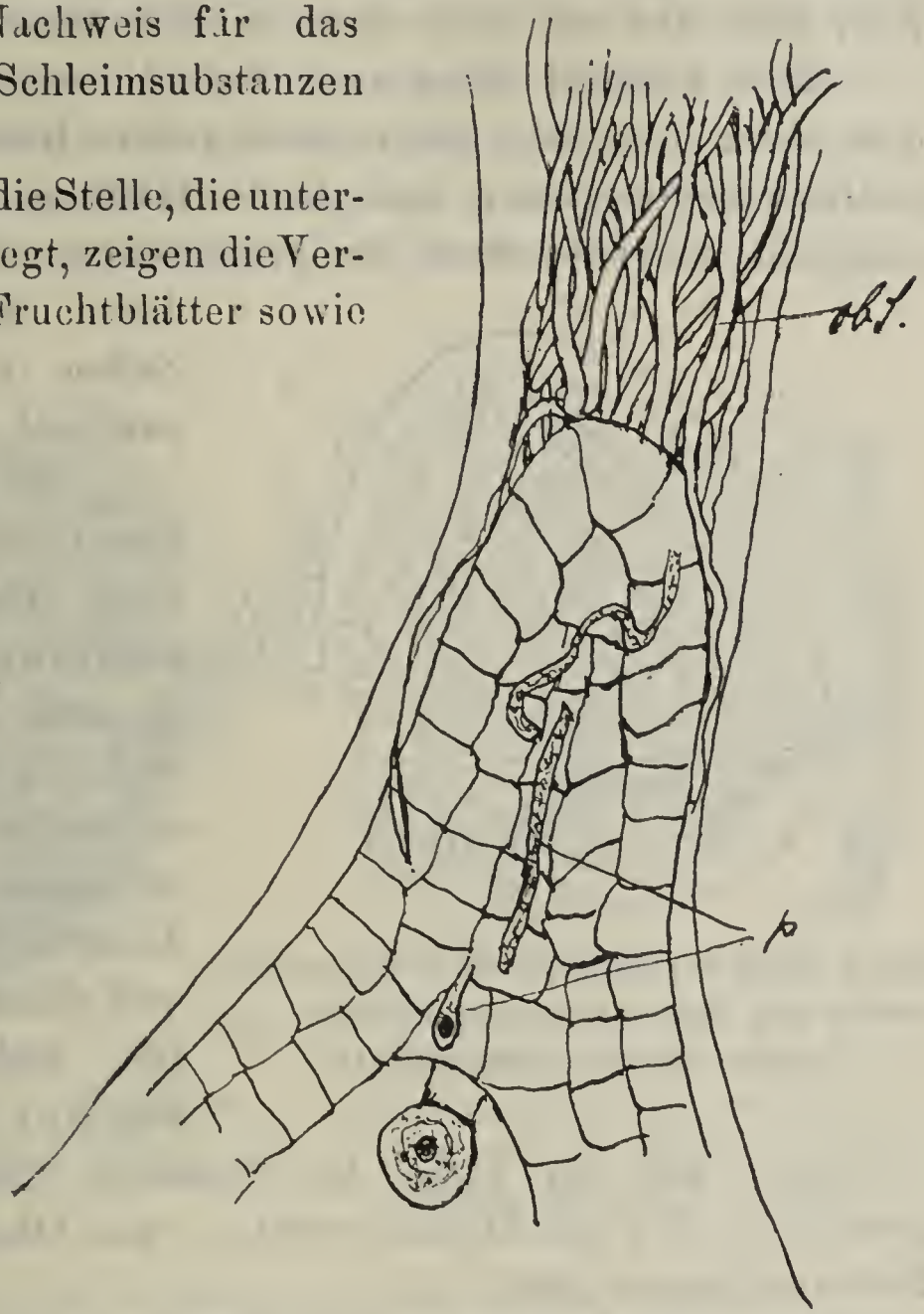

Fig. 5. Spitze des Nucellus von Euph. myrsinitis L. Es sind die Obturatorschläuche nur zum Teil gezeichnet (*obt*); *p* Stück von Pollenschläuchen. Die Obturatorschläuche dringen nie ins Nucellusgewebe ein.

einen Teil des Obturators. Derselbe füllt den Raum des Fruchtfaches fast völlig aus. Es zeigt sich auf solchen Schnitten von entsprechend jungem Material, dafs der Obturator nicht als ein einheitliches Gebilde angelegt wird, sondern dafs zwei Teile, ein rechter und ein linker den Obturator zusammensetzen. Jeder dieser Teile entspingt dem Rande je eines Fruchtblattes. Bei E. myrsinitis verwachsen

die beiden Teile schon sehr frühzeitig miteinander, so dafs der Irrtum begreiflich erscheint, wenn man den Obturator als ein von vorneherein einheitliches Gebilde bezeichnet. Eine genauere Untersuchung der Anordnung der Zellen zeigt, dafs nahe dem Rande des Obturatorquerschnittes sich Zellen finden, welche in ungefähr parallelen Reihen angeordnet sind; ihr Ursprung ist der Rand der Fruchtblätter. Dazwischen liegt ein scheinbar regelloses Gewirr von Zellen. Solcher Zellreihen sind auf jeder Seite 3—6 nachzuweisen (Fig. 6).

Man bemerkt dabei auch, dafs die rechte Hälfte des Obturators dem einen, die linke Hälfte dem andern Rande desselben Fruchtblattes entspringt und dafs beide Hälften infolge ihrer Einbiegung nach der konvexen Seite des Fruchtblattes einander sich nähern, bis durch weitere Ausbildung der Zellen eine Vereinigung beider zustande kommt.

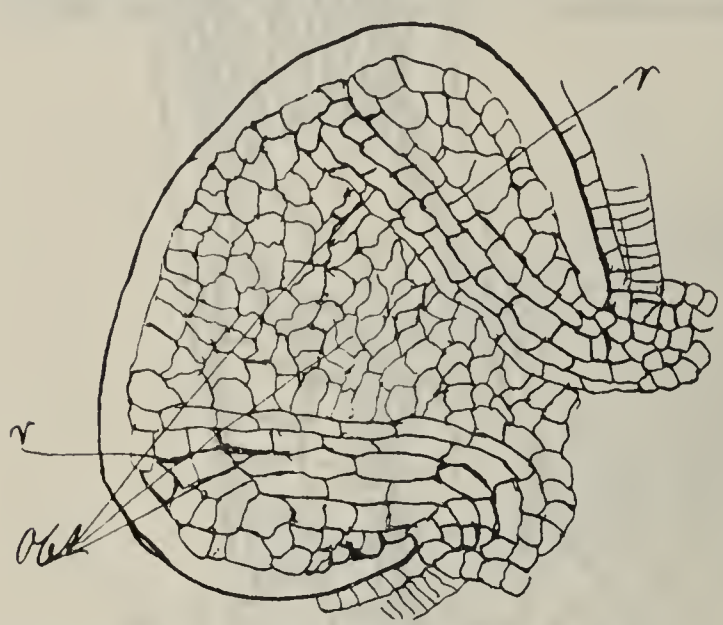

Fig. 6. Euph. myrsinitis L. *obt* = Obturator; rechts und links ca. parallele Reihen von Zellen (etwas schematisiert).

Bei manchen Schnitten durch das Obturatorgewebe gelingt es auch, Stücke von Pollenschläuchen nachzuweisen. Dieser Nachweis ist nicht leicht zu führen, einmal weil die Gestalt der Obturatorschläuche sehr der der Pollenschläuche ähnelt, dann weil beide dieselbe Wachstumsrichtung haben und charakteristische Färbemethoden nicht bekannt sind (vgl. Fig. 5 *p*). Bei Längschnitten kann allerdings aus der Lage der Schläuche (im Innern des Nucellusgewebes z. B.) geschlossen werden, was Oburatorschläuche und was Pollenschläuche sind.

Aufserhalb des Obturatorgewebes wurden im Fruchtfache (Nucellus natürlich ausgenommen) niemals Pollenschläuche konstatiert.

Ist das Obturatorgewebe ein Organ von Dauer? Seine mächtigste Entwicklung erreicht der Obturator zur Zeit der Befruchtungsfähigkeit der Samenanlage. Ist die Befruchtung der Eizelle eingetreten, so ist auch in der nächsten Folgezeit der Obturator scheinbar unverändert. Aber mit fortschreitender Entwicklung des Embryo erfährt der Obturator doch eine merkliche Veränderung. Die Zellen, von denen oben bemerkt worden, dafs sie eine feste Verbindung mit dem Nucellus erreicht haben, indem sie sich ihm fest anlegten, ver-

lieren allmählich ihren Inhalt, die Verbindung dieser Zellen mit der Nucellusspitze wird erst gelockert, dann ganz aufgehoben. Auch jene Zellen, die sich zwischen die Integumente eingekeilt hatten, schrumpfen zusammen. Ein weiteres Stadium des Verfalles tritt damit ein, dafs die Zellen, welche das Exostom (Caruncula) umfafsten, sich loslösen und aufgelöst werden; endlich sind es nur noch zusammenhanglose Fetzen von Obturatorgewebe, die sich vorfinden, hie und da noch Zellen mit etwas Plasma und Kernresten, zuletzt verschwinden auch diese und im Fruchtfach, der einen reifen Samen enthält, findet sich vom Obturator nur noch eine Art Schwiele, die an der Placenta oberhalb des Funiculus als Rest des Obturators übrig bleibt. Was den Ursprung und die Entwicklungsgeschichte des Obturators bei den übrigen

Fig. 7. Euph cyparissias L. Querschnitt: Obturatorschläuche. Dieselben sind quer geteilt.

Fig. 8. Euph. cyparissias L., jung. Der Längsschnitt zeigt den oberen Teil des Nucellus (*n*) und des äufseren Integuments (*J*); im Obturator (*obt*) sind die Zellen teilweise in regelmäfsigen Reihen angeordnet.

untersuchten Euphorbiaarten anlangt, so ist keine wesentliche Abweichung zu ersehen. Bei Euphorbia cyparissias L. sind die Zellwandungen der Obturatorschläuche äufserst dünn, die Zellschläuche zeigen deutliche Querteilung; der Obturator ist bedeutend gröfser als bei E. myrsinitis und seine peripheren Zellen laufen fast die Hälfte der Samenanlage herab. Auf Längsschnitten ist auch eine Reihe von Zellen zu sehen, die etwa parallel neben einander herlaufen und der Nucellusspitze zustreben (Fig. 7 und 8).

Während bei Euph. myrsinitis die schlauchförmigen Zellen sehr spät entwickelt werden, strecken sich bei E. esula L. die Zellen schon sehr bald haarförmig ins Innere des Fruchtfaches vor.

Euphorbia Gerardiana Jacqu. bietet ein besonders geeignetes Objekt zum Nachweis dafür, dafs der Obturator ursprünglich zweiteilig sich anlegt. Es bleiben die beiden Teile längere Zeit unverbunden, so dafs dazwischen ein mehr oder weniger breiter Spalt offen bleibt. Spät erst wird der Spalt mit Zellen ausgefüllt und der Eindruck hervorgerufen, als handle es sich um ein einheitlich angelegtes Organ (Fig. 9).

Der Obturator ist mit sehr breiter Basis an der Placenta angelegt.

Ganz ähnlich verhält sich die Sache bei Euph. salicifolia Host. Die Spalte ist auch bei nicht mehr ganz jungen weiblichen Blüten zu sehen. In jungen Anlagen findet man, dafs alle Zellen des Obturators

Fig. 9. Euph. Gerardiana Jacqu. Querschnitt. Der Schnitt, ziemlich weit oben geführt, zeigt zwischen den Hälften des Obturators (*obt*) Spalten, dazwischen in zwei Fächern die Querschnitte von den Nucellusspitzen. In dem unten rechtsgelegenen Fach liegen die beiden Obturatorhälften dem Nucellus seitlich an.

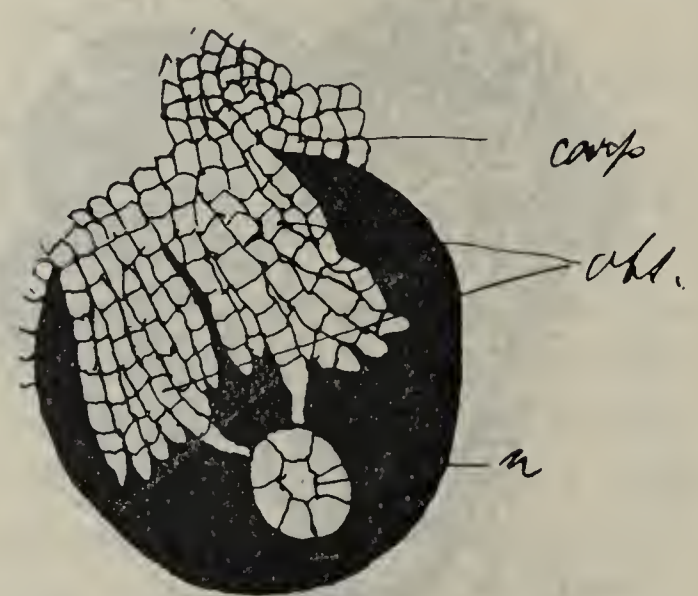

Fig. 10. Euphorbia salicifolia Host. Querschnitt durch eine junge weibliche Blüte. Das eine gezeichnete Fruchtfach zeigt die Anordnung der Obturatorzellen; sie sind in ungefähr parallelen Reihen geordnet; zwei Zellreihen haben den Nucellus (*n*) bereits erreicht *carp* = Fruchtblatt.

zunächst noch in Reihen angeordnet sind, die dem Nucellus zu sich querteilen (Fig. 10). Einzelne dieser Zellreihen eilen den anderen im Wachstum voraus und erreichen schon bald die Nucellusspitze. Bei Euph. helioscopia fanden sich in den Obturatorzellen Stärkekörner als Inhalt vor. Diese Stärke wird aber dort nur transitorisch abgelagert und schwindet nach eingetretener Befruchtung der Eizelle bald. Im allgemeinen findet sich oft Öl als Zellinhalt. Euphorbia heterophylla

steht bezüglich der Gröfse des Obturators weit hinter den bisher angeführten Orten zurück. Hier bildet der Obturator einen ganz bedeutend kleineren Gewebekörper. Auch greift der Obturator nicht um die Caruncula herum (Fig. 11).

Auch die Euphorbia Lathyris, die schon von Payer[1]) eingehend beschrieben worden ist, weist nur einen mäfsig entwickelten Obturator auf.

Einen sehr grofsen Obturator findet man bei den sukkulenten Arten der Gattung Euphorbia vor. Bei Euphorbia ornithopus Jacqu. reichen die Schläuche des Obturators bis weit über die Hälfte der Samenanlage herunter, sie wie mit einem Mantel umhüllend. Die

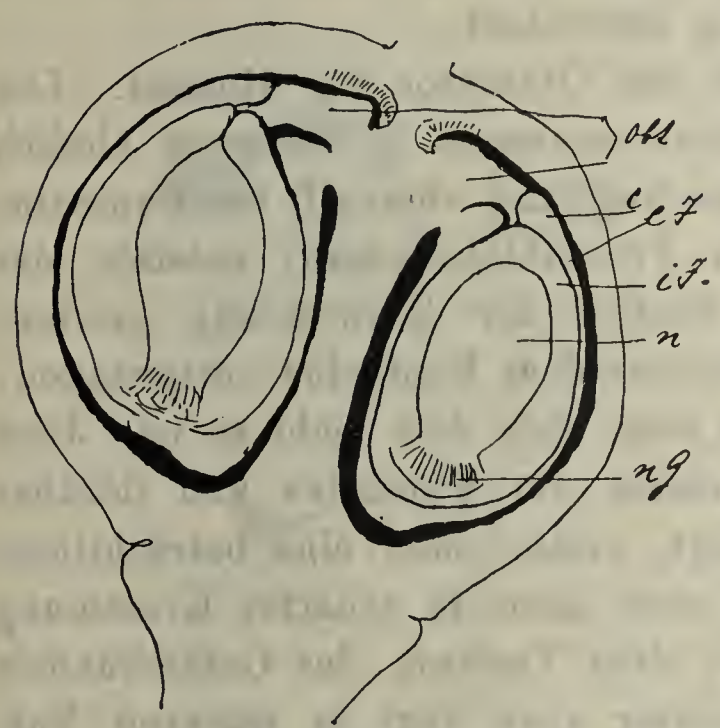

Fig. 11. Euph. heterophylla L. Der Obturator (*obt*) ist klein und sendet nur einen Zellstrang in die Mikrophyle, ohne den oberen Teil der Samenanlage zu umfassen.

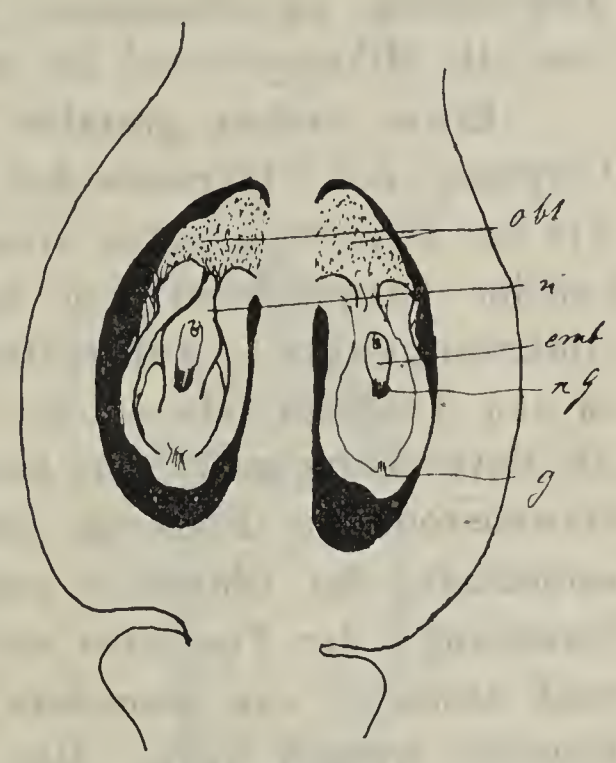

Fig. 12. Euph. ornithopus Jacqu. Der Obturator (*obt*) umhüllt wie ein nach unten ausgefranster Kragen die Samenanlage. (*n*) Nucellus. (*emb*) Embryosack mit Eizelle. (*g*) Gefäfsbündeleintritt.

Zellschläuche sind sehr kräftig entwickelt und enthalten viel Schleimsubstanzen. Sie nehmen Farbstoffe so gierig auf, dafs oft schon nach Einwirkung von einigen Minuten eine tiefblaue Färbung (mit Hämatoxylin und ebenso mit Jodgrünfuchsin) eintritt (Fig. 12).

Einen ganz ähnlichen Obturator weist E. globosa Sims. auf. Es sind nur einige wenige, aber sehr kräftige Schläuche, die in die Mikropyle vordringen. Querschnitte zeigen besonders schön (nach Behandlung mit Farbstoffen), welche Zellen schleimige Substanzen enthalten. Ganz dasselbe Verhalten findet sich bei Euphorbia polygona

1) Payer, Traité etc.

Haw. Bei beiden sind die Zellwände im oberen Teile des Obturators in der Mitte, nach unten zu die periphisch gelegenen verschleimt.

Die sukkulenten Formen lassen deutlich erkennen, wie auch hier der Obtorator aus zwei Hälften entsteht. Die meiste Ähnlichkeit bezüglich des Obturators mit Euphorbia weist Poinsettia pulcherrima R. Grah (Euph. pulcherrima L.) auf. Der Obturator ist sehr grofs.

Auch Adelia acidoton L., das in der Regel zwei Fruchtfächer hat, unterscheidet sich nicht wesentlich von Euphorbia. Der Obturator ist besonders dem von Euph. myrsinitis ähnlich.

Von Acalypha Sanderi, Acalypha mosaica standen nur ganz junge Samenanlagen zur Verfügung. Doch ist auch hier keine wesentliche Abweichung zu bemerken. Der Obturator legt sich haubenförmig über die Mikropyle und ist mächtig entwickelt.

Etwas anders gestaltet sich der Obturator bei Ricinus. Der Ursprung des Obturators bei Ricinus communis L. ist zwar ähnlich wie bei Euphorbia. Aus einer Anschwellung oberhalb des Funiculus (wieder entsprechend den beiden Fruchtblatträndern) entsteht das Obturatorgewebe. Auf späteren Stadien der Entwicklung gewinnt es den Anschein, als sei der Obturator dem Funiculus entsprungen; die Entwicklungsgeschichte beweist aber, dafs dem nicht so ist. Jene Gewebezone der Placenta, aus welcher der Funiculus und darüber selbständig der Obturator entspringt, erfährt bald eine beträchtliche Streckung; der Funiculus wendet sich dann in scharfer Krümmung nach abwärts, was besonders nach dem Verlaufe des Gefäfsbündels beurteilt werden kann. Der Obturator aber liegt in späteren Entwicklungsstadien scheinbar dem Funiculus auf. Er ist aber nicht mit ihm verwachsen, noch weniger ist er hervorgegangen aus dem Funiculus, wie Dalmer[1]) meint, wenn er schreibt:

„Dieser (der Funiculus) ist auf seiner Oberseite höckerartig angeschwollen und dicht mit langen Papillen bekleidet, die sich schopfförmig über die Mikropyle legen (Fig. 21 a. a. O.); dieselben enthalten, wie die Narbenpapillen, im frischen Zustande einen roten Farbstoff, welcher durch Alkohol ausgezogen wird.“ Junge Stadien lassen denn auch keinen Zweifel übrig, dafs der Obturator der Placenta entspringt; wenn es später den Anschein hat, als sei der Obturator eine Anschwellung des Funiculus, so beruht dies darauf, dafs eben, wie schon bemerkt, infolge interkalaren Wachstums die Zone der Placenta, der

---

1) Dr. Moritz Dalmer, Über die Leitung der Pollenschläuche bei den Angiospermen pag. 13 f.

der Ursprung von Obturator und Funiculus angehört, sich gestreckt hat (vgl. Fig. 13 und 14).

Verfolgt man den Verlauf der Zellreihen des Obturators in verschiedenen Altersstadien, so erkennt man auch hieraus, dafs der Obturator seinen Ursprung aus der Placenta nimmt.

Der Obturator stellt im fertigen Zustand eine kompakte Zellmasse dar. Die peripheren Zellen sind schlauchförmig gestreckt und ragen wie steife Haare empor. Auf der Oberseite des Obturators ist eine Furche, welche die ganze Oberseite in der Richtung von der Placenta zur Fruchtwand hin gleichsam scheitelt. So ragt er etwa hahnenkammartig über dem Funiculus empor.

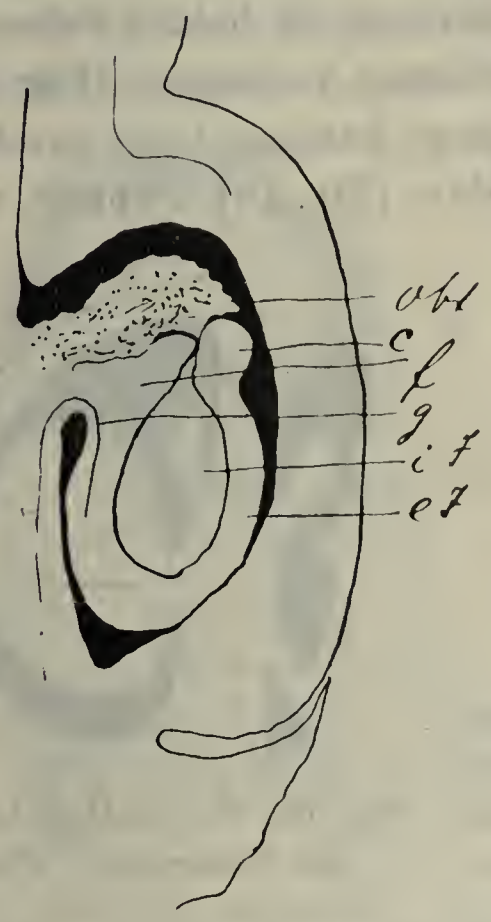

Fig. 13. Ricinus communis L. Junges Stadium. Der Obturator ist noch deutlich als ein selbständig an der Placenta entstandenes Gewebe (*obt*) zu erkennen. *c* Caruncula, Funiculus, *g* Gefäfsbündel, *eJ* äufseres Integument, *iJ* inneres Integument.

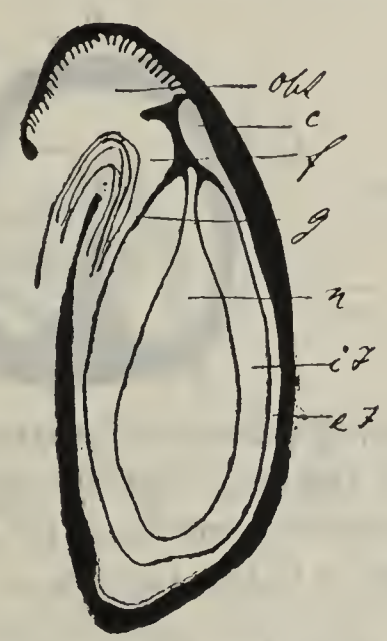

Fig. 14. Ricinus communis L. Älteres Stadium. *obt* Obturator scheinbar aus dem Funiculus entstanden. *n* Nucellus, *f* Funiculus, *g* Gefäfsbündel, *eJ* äufseres Integument, *iJ* inneres Integument.

Behandelt man frische Längsschnitte durch den Obturator und Funiculus mit Kalilauge, so werden die anfangs purpurrot gefärbten Zellen des Obturators zunächst intensiv blau, dann braun, schliefslich farblos. Anders die Zellen des Funiculus; sie ändern ihre Farbe nicht.

Nach der Befruchtung schwindet auch bei Ricinus der Obturator bis auf einen kleinen Rest an der Placenta; dieser ist deutlich wahrzunehmen als ein kleiner rotgefärbter Wulst über der Stelle, wo der Funiculus beginnt.

Interessante Ergebnisse lieferte die Untersuchung der Phyllanthusarten. Sie haben in jedem Fache zwei Samenanlagen; bei Phyllanthus lathyroides HB. et Kth. sind die Samenanlagen etwas gekrümmt und neigen mit der Mikropyle gegeneinander, ohne sich zu berühren. Beide Samenanlagen haben einen gemeinschaftlichen Obturator. Die Anlage und der Ursprung desselben ist wie bei den Euphorbiaarten: aus den verwachsenen Fruchtblatträndern erhebt sich je ein kleiner Wulst, der durch Wachstum und Teilung zum Obturator wird. Am fertigen Obturator lassen sich vor allem ein rechter und ein linker Lappen unterscheiden, dazwischen liegt ein Verbindungsgewebe. Letzteres sendet einen Zellkomplex zwischen die beiden Samenanlagen hinab. Die Zellen sind vielfach haarförmig verlängert (Fig. 15).

Auf Längschnitten durch noch junge Samenanlagen erscheint der Obturator als ein schopfartiges Gebilde (Fig. 16). Später wird der Obturator bedeutend massiger.

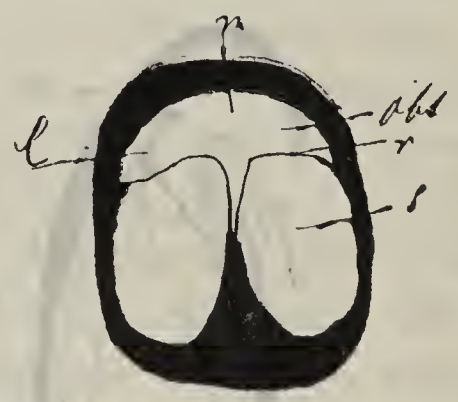

Fig. 15. Phyllanthus lathyroides. Tangentialschnitt (schem.). *obt* der Obturator, der sich über beide Samenanlagen (*S*) herlegt, *r* rechter Lappen, *l* linker Lappen, *m* mittlerer Lappen.

Fig. 16. Phyllanthus lathyroides. *obt* Obturator, *f* Funiculus.

Bei den Phyllanthusarten ist sehr deutlich zu sehen, dafs Obturator und Funiculus nichts miteinander gemein haben. Die Richtung des Obturators ist nach aufwärts, später neigt sich der Obturator gegen die Samenanlagen hin und legt sich ihnen auf.

Bei Phyllanthus lathyroides liegen die Anheftungsstellen des Obturators und Funiculusgewebes etwas auseinander, bei Phyllanthus grandifolius L. sind sie einander sehr genähert (Fig. 17).

Von oben gesehen weist der Obturator bei Phyllanthus zwei Rinnen auf, in welche die Nucellusspitze sich einlegt. Besonders auf der Oberseite ragen die verlängerten Zellen borstenförmig empor. Den Rinnen entsprechend sind die Obturatorgewebe bei Phyllanthusarten oft gelappt.

Bei Phyllanthus angustifolius Sw. erreicht der Obturator eine beträchtliche Gröfse. Er umfafst in gröfserem Mafse als bei Ph. lathy-

roides das äufsere Integument, drängt sich hier auch mit einem Teile zwischen die Integumente und läfst nur die Stelle frei, wo die Nucellusspitze hervorwächst, um sich auf den Obturator zu legen.

Phyllanthus pulcher Wall., sowie Phyllanthus mimosoides zeigen ein Verhalten ähnlich wie Ph. lathyroides resp. angustifolius.

Manihot palmata Muell. Arg. hat einen kleinen Obturator. Er unterscheidet sich wesentlich von dem Obturator der bisher beschriebenen Arten dadurch, dafs er weder in die Mikropyle eindringt, noch eine lange Furche oder Rinne zur Aufnahme der Nucellusspitze aufweist. Sein Verhalten ist wesentlich anders. Wohl hat er anfangs auf seiner Oberseite eine grubenförmige Vertiefung oder Einsenkung aufzuweisen. Sobald aber die Nucellusspitze sich in

Fig. 17. Phyllanthus grandifolius. Der Obturator (*obt*) bildet ein schopfartiges Organ. (Längsschnitt.)

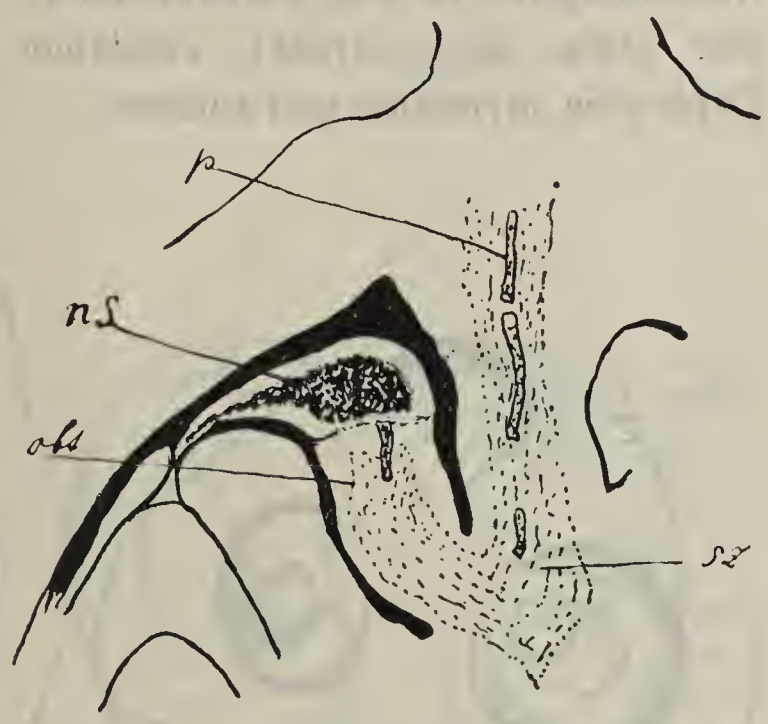

Fig. 18. Der Obturator (*obt*) mit darauf liegender Nucellusspitze (*nS*). *p* Pollenschlauch, *SZ* Schleimzellen.

dieselbe hineinlegt, greifen die Zellen des Obturators und der Nucellusspitze zapfenartig ineinander und es entsteht bald eine so innige Verbindung beider Gewebekörper, dafs in ausgewachsenen, befruchtungsfähigen Samenanlagen die Grenze beider Gewebe nicht leicht zu finden ist.

Der Obturator von Dalechampia Roezliana Muell. Arg. weist folgende Eigentümlichkeiten auf: Er ist kräftig entwickelt und legt sich haubenförmig über die Mikropyle; einzelne Zellen legen sich dem Nucellus an seiner Spitze an. Auf Längsschnitten wird aber deutlich, dafs der Obturator unten etwa in der Mitte eine grubenförmige Vertiefung aufweist, so dafs eine innige Verbindung zwischen Obturator

und Nucellus auf zweierlei Weise erzielt wird: der Obturator selbst legt sich mit einigen Haarzellen der Nucellarspitze an und diese ihrerseits drängt sich ins Obturatorgewebe von unten her ein. Der Obturator schickt seitliche Lappen ziemlich tief in der Samenanlage herab; auf der Rückenseite derselben aber erreicht er diese Länge nicht, daher der Obturator auf Achsenschnitten als ein ziemlich kleines Gewebe erscheint, was er aber nicht ist (Fig. 19).

Bei Croton sind die zwei Lappen, aus denen der Obturator sich zusammensetzt, wohl miteinander später verwachsen, aber sie bilden kein glocken- oder haubenförmiges Gebilde. Auf Querschnitten einer Crotonart (Croton spezies? Venezuela) sieht man deutlich, wie das Obturatorgewebe eine tiefe Rinne aufweist, die die Aufgabe hat, die Nucellusspitze in sich aufzunehmen. Die peripheren Zellen sind auch hier etwas langgestreckt, erreichen aber nicht die Länge wie bei Euphorbia myrsinitis und anderen.

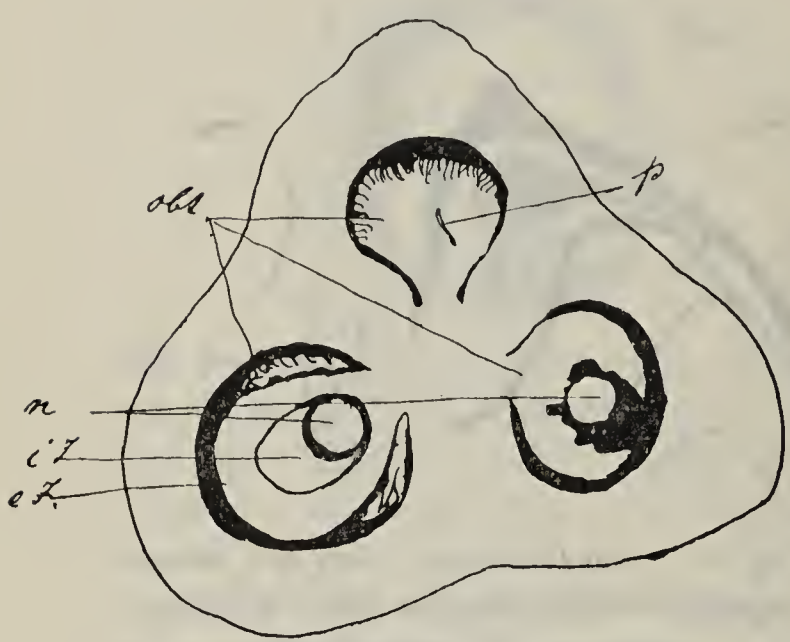

Fig. 19. Dalechampia Roezliana. Querschnitt. *obt* Obturator, *n* Nucellus, *iJ* inneres Integument, *eJ* äufseres Integument.

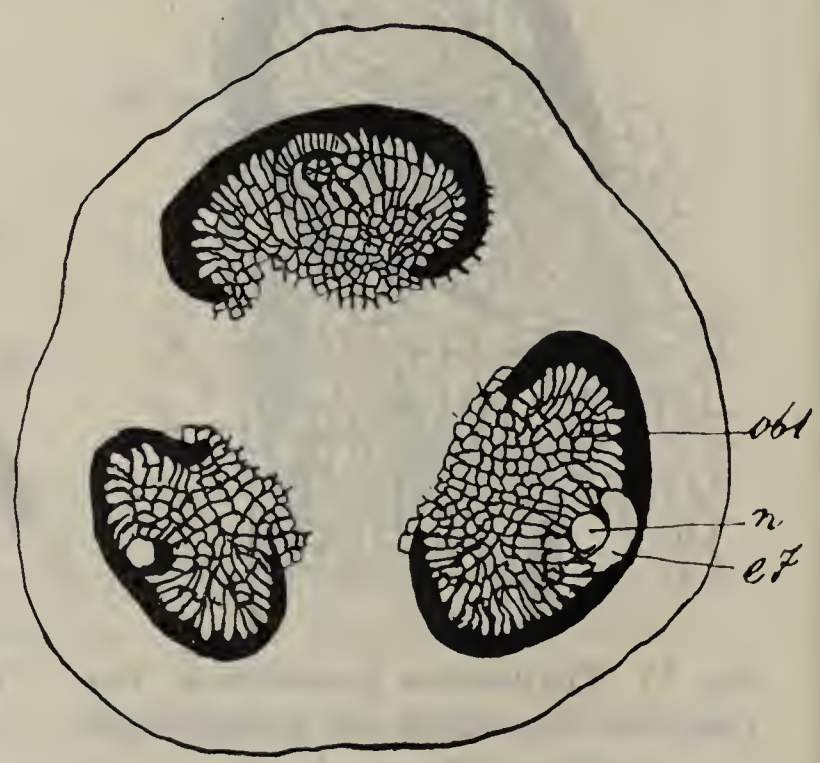

Fig 20. Croton sp.? Venezuela. Der Querschnitt zeigt den (*obt*) Obturator mit der rinnenartigen Einbuchtung, dazwischen den Querschnitt der Nucellusspitze. Auf dem oberen und rechten Durchschnitt der Samenanlage zeigt sich auch ein Teil des äufseren Integumentes (*eJ*).

Croton ciliatoglanduliferum Muell. Arg. verhält sich fast genau so. Auf dem Längsschnitt ist leicht zu erkennen, dafs der Obturator sich nicht um die Samenanlage herumlegt. Man kann hier auch deutlich unterscheiden, wie der innere Teil des Obturators bezüglich der Zellstruktur die gewöhnliche Zellanordnung aufweist; die Randzellen (peripheren Zellen) sind papillen- oder haarförmig gestreckt.

Eine grofse Übereinstimmung in der Ausbildung des Obturatorgewebes mit Croton zeigt Crozophora tinctoria L. Auch hier ist der Obturator ein Gewebekomplex mit haarförmig gestreckten Zellen; auch die bei Croton beschriebene rinnenförmige Furche ist vorhanden. Ein Unterschied besteht darin, dafs die Lage des Obturators eine andere ist. Da der Funiculus sich steil nach aufwärts etwas verlängert, so liegt der Obturator nicht wie bei Croton ziemlich frei im Fruchtfach, sondern schräg hinter der dem Funiculus aufgelagerten Anschwellung.

Mercurialis annua L. hat einen sehr kleinen Obturator, er sieht fast nur wie ein kleines Haarbüschelchen aus; dieser Haarschopf legt

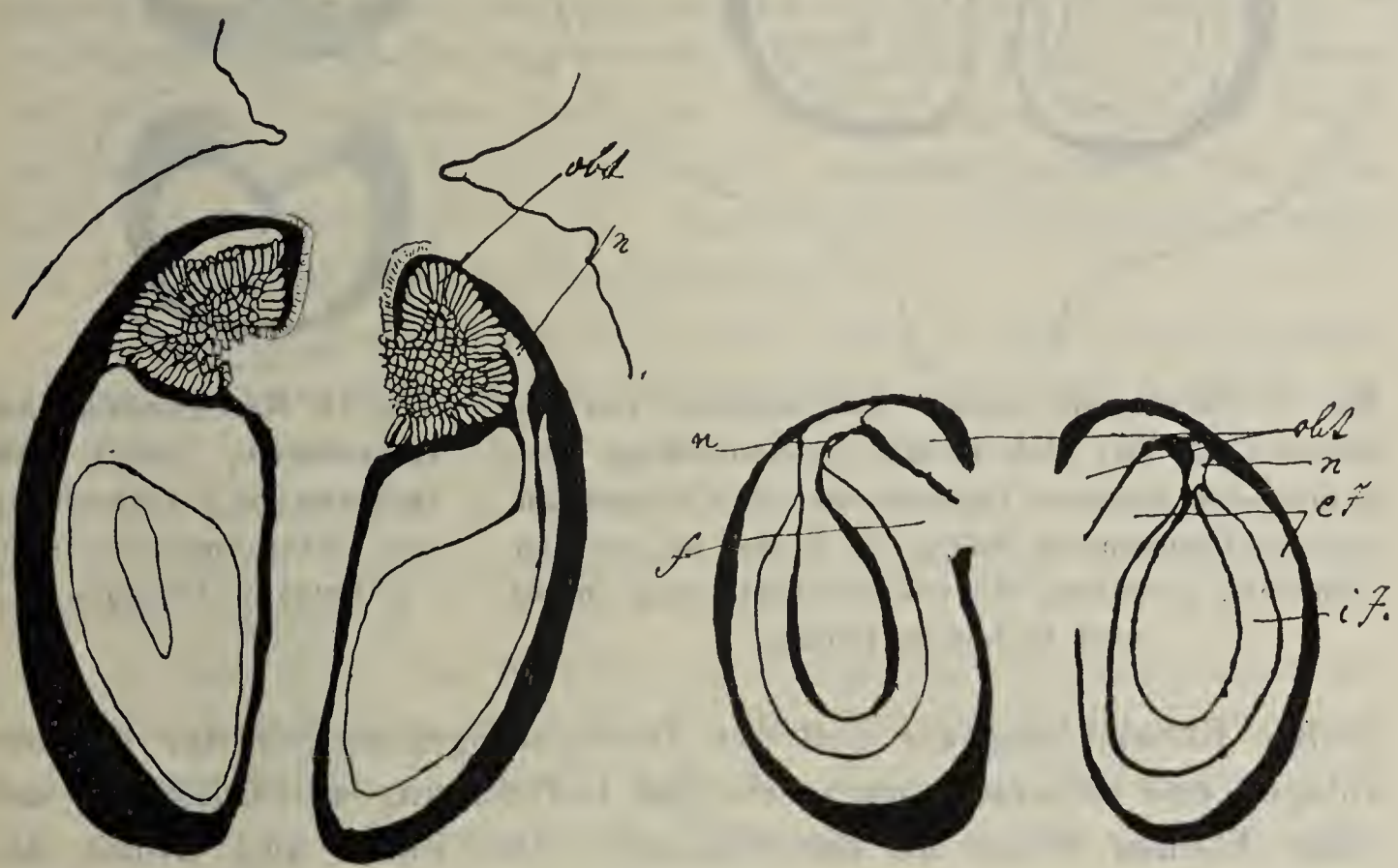

Fig. 21. Croton sp.? Venezuela. Längsschnitt. *obt* der Obturator mit haarförmigen Zellen am Rande. Die haarförmigen Zellen bedecken zum Teil seitlich die Nucellarverlängerung.

Fig. 22. Crozophora tinctoria. Längsschnitt. *obt* Obturator, *f* Funiculus, *eJ* äufseres Integument, *iJ* inneres Integument, *n* Nucellus.

sich in eine Vertiefung des äufseren Integuments; auf einem Querschnitt erscheint er immer als ein etwa halbkreisförmiges, fächerartiges Gebilde von einzelnstehenden Haaren (Fig. 23 und 24).

Mercurialis perennis L. zeigt dieselben Verhältnisse bezüglich des Obturators.

Ein Überblick über den Obturator bei den verschiedenen Arten und Gattungen der untersuchten Euphorbiaceen ergibt als Resultat:

Der Obturator ist ein aus placentarem Gewebe anfänglich in zwei Teilen entstandenes Organ, das durch nachträgliche Verschmelzung der beiden Hälften ein einheitlicher Körper wird. Er erreicht seine

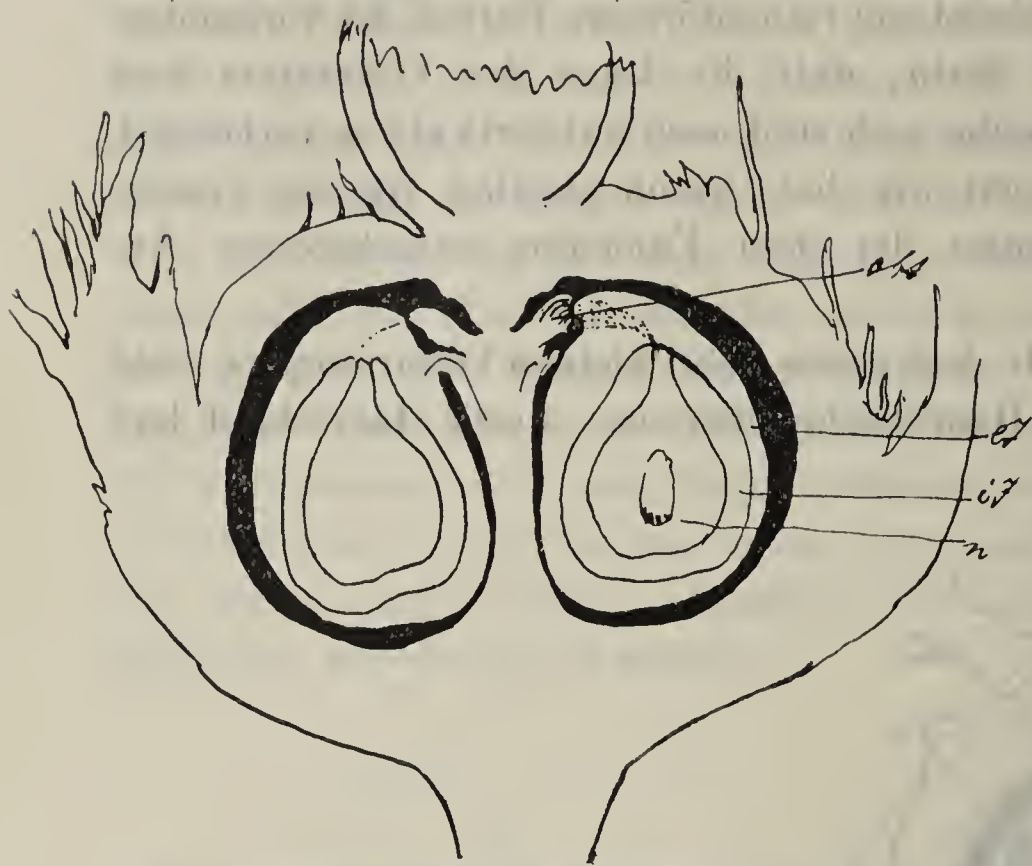

Fig. 23. Mercurialis annua. Längsschnitt. Der Obturator (*obt*) legt sich in eine grubenförmige Vertiefung des äufseren Integuments Die Striche im äufseren Integumente zeigen die Region an, wo sich Zellreihen vorfinden, die von der Vertiefung an bis zum Endostom reichen.

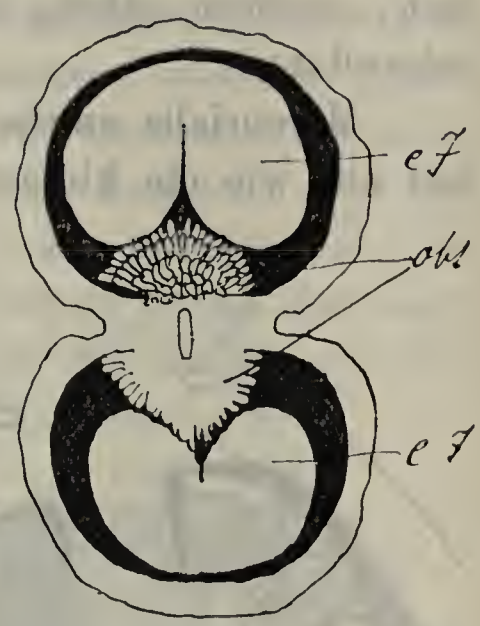

Fig. 24. Mercurialis annua. Querschnitt, zeigt die fächerartige Ausbreitung der Obturatorzellen (*obt*). *eJ* äufseres Integument.

gröfste Entwicklung zur Zeit der Befruchtungsfähigkeit der Samenanlagen und schwindet nach erfolgter Befruchtung allmählich bis auf einen kleinen Wulst an der Placenta. Die Form und Gröfse des Obturators wechselt nach der Art, bez. Gattung.

Verhalten des Nucellus.

Auch der Nucellus der Euphorbiaceen weist eine Reihe von Eigentümlichkeiten auf, die zum Teil der Beobachtung Baillons nicht entgingen. Er beschreibt die Verlängerung der Nucellusspitze von einer Reihe von verschiedenen Euphorbiaceen vom morphologischen Standpunkte aus[1]).

Aber nicht nur die Nucellusspitze bietet interessante Verhältnisse, auch die Basis des Nucellus weist eigentümliche Erscheinungen auf.

---

1) Baillon, Etude générale etc. pag. 164 ff.

Bei allen untersuchten Euphorbiaceen findet sich ein typisch entwickeltes Gefäfsbündel, das den Funiculus durchzieht, bis in die Region der Chalaza deutlich erkennbar ist und meist als ein einheitlicher Strang durch die beiden Integumente bis an die Basis des Nucellus herantritt. Bei Euphorbia myrsinitis fällt an der Basis des Nucellus schon bei sehr jungen Samenanlagen ein Komplex von Zellen auf, der sich deutlich von den anliegenden Zellen abgrenzt und namentlich bei Anwendung von Färbemitteln hervortritt. Die Zellen sind meist in regelmäfsigen Reihen angeordnet, radiär zum Embryosack gestreckt, reichlich mit Plasma angefüllt und enthalten einen grofsen deutlich erkennbaren Kern. Es ist eine Art von Nährgewebe, wie es von Billings[1]) für verschiedene Pflanzenfamilien konstatiert und beschrieben wurde. Auch die Stelle des inneren Integuments, die dieser Zone des Nucellus angrenzt, weist einen solchen inhaltreichen Zellkomplex auf, innerhalb welcher die Ausläufer des Gefäfsbündels liegen. Die Funktion als Nährgewebe ergibt sich klar aus der Entwicklungsgeschichte.

Dieser Zellkomplex entwickelt sich schon in ganz jungen Samenanlagen zu einer Zeit, wo der Embryosack noch nicht angelegt ist. Ist dieser bereits angelegt, so ist das Zellgewebe, soweit es als typisches Nährgewebe in Betracht kommt, deutlich abgegrenzt. Es hat sich durch fortgesetzte Quer- und Längsteilung der Zellen beträchtlich vergröfsert.

Später, wenn die Befruchtung der Eizelle eingetreten ist und die Endospermbildung einsetzt, wird dies Nährgewebe mehr und mehr zusammengedrückt und der Inhalt der Zellen aufgebraucht. Auch das vorher ziemlich dicke innere Integument verliert an Mächtigkeit und schliefslich, wenn das Endospermgewebe den ganzen Innenraum innerhalb des inneren Integumentes ausfüllt, findet man am Chalazaende nur noch wenige Zellen mit Plasmainhalt. Schon bevor die Testa völlig ausgebildet ist, schwindet auch das innere Integument bis auf eine dünne schleierartige Haut. An der Basis des Endospermkörpers aber zeigen sich eine Reihe eigentümlicher Zellen, die an reifen Samen auch noch leicht nachzuweisen sind.

Der Inhalt des inneren Integumentes schwindet, die Zellen selbst sind als zum Teil zusammengedrücktes farbloses Gewebe noch zu erkennen, die Zellwände bleiben auch bei Anwendung von Kongorot und ähnlichen Farbstoffen farblos. An der Basis des Endosperm-

---

1) Billings, Beiträge zur Samenentwicklung. Flora 1901.

gewebes hat sich eine braune Kappe gebildet, die aber dem inneren Integument ihren Ursprung verdankt (Fig. 25*f*); sie besteht aus verkorkten Zellen. Ihre Struktur ist erst zu erkennen, wenn man längere Zeit verdünnte H_2SO_4 hat einwirken lassen. Es zeigt sich dann, dafs die Zellen tangential etwas gestreckte Rechtecke sind; die Zellwand ist bedeutend verdickt; die Zelllumina sind sehr klein. Als Inhalt findet man eine körnige Substanz, welche die gelbbraune Farbe der Zellkappe bedingt. Mit kochender Kalilauge schwinden diese Körner, die Zellen werden farblos und zeigen dann auch die Zellulosereaktion. Über diesen Zellen finden sich Zellreihen tangential aufgelagert, die gegen den Embryosack hin keine wesentliche Verdickung mehr aufweisen, keine braune Färbung zeigen und den Übergang zwischen den Zellen der Kappe und dem Endosperm vermitteln. In der Mitte gegen den Embryosack hin springt von der braunen Zellkappe eine Reihe von Zellen (oft quergeteilt) in das Endosperm vor wie ein Zapfen und es drängen sich manche dieser Zellen etwas tiefer zwischen die Endospermzellen hinein. Beim reifen Samen enthalten sie Reservestoffe (Öl).

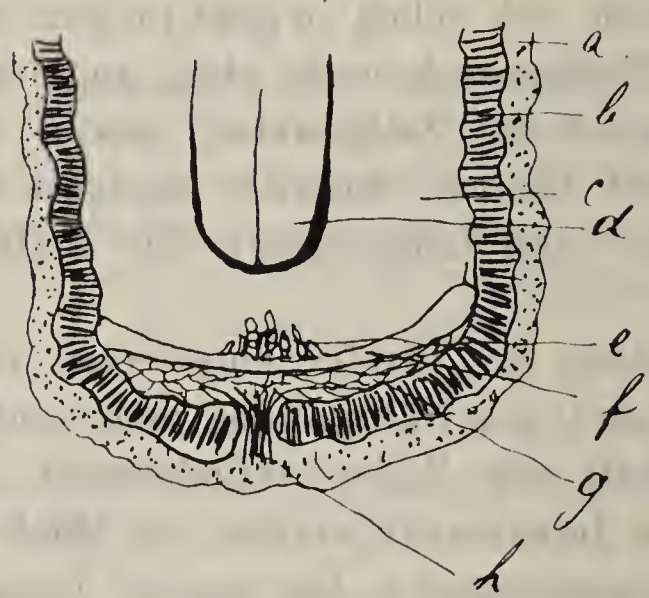

Fig. 25. Euphorbia myrsinitis L. Längsschnitt durch den unteren Teil eines ziemlich reifen Samens. *a* äufsere Schicht der Samenschale, *b* harte Schicht der Samenschale, *c* Endosperm, *d* Embryo (Cotyledonen), *e* lebende Zellen, *f* braungefärbte Kappe, *g* schleierartige Zellhaut, *h* Gefäfsbündel.

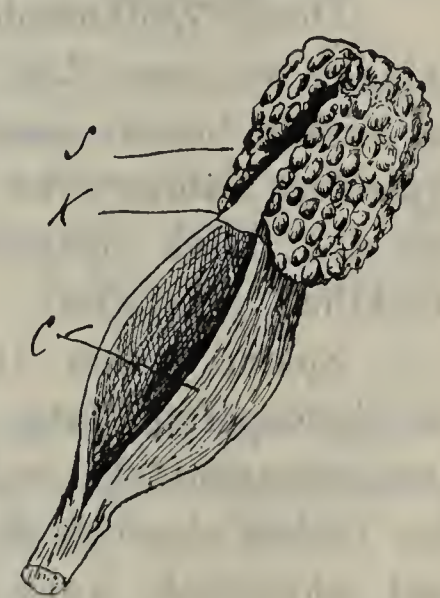

Fig. 26. Euph. myrsinitis. Junge Keimpflanze; die Cotyledonen(*c*)noch bedeckt mit der zarten Hautschicht (*K*) und darüber die harte Samenschale (*S*).

Bemerkt mufs werden, dafs bei der Ausbildung des Endosperms die Zellen an der Basis des Nucellus am längsten ihre Form und ihren Inhalt bewahren, was nicht auffällig sein kann, da sie die Nährstoffe zunächst noch zuzuführen haben. Ist die Endospermausbildung beendet, so sind auch sie bis auf die oben erwähnten Zellen geschwunden und es liegt dann die verkorkte braune Zellkappe fest

über der Öffnung in der Samenschale, wo das Gefäfsbündel eintritt. Es bildet also diese Kappe einen festen Abschlufs und auch einen Schutz gegen das Eindringen von Bakterien, sowie das Eindringen von Wasser, das den Zellinhalt auslangen könnte.

Am Rande der Zellkappe (der, wie die Figur 25 zeigt, etwas verstärkt ist) setzt sich als Rest des inneren Integumentes jenes weifse schleierartige Gewebe fort, das der harten Samenschale innen aufliegt.

Ähnliche Verhältnisse hat M. Merz[1]) bei den Utricularieen gefunden. Er sagt diesbezüglich von Utricularia inflata:

„Die Zellen des hier (an der Chalazaregion) liegenden Endosperms unterscheiden sich von den anderen durch ihre rechteckige Gestalt und ihre Verkorkung[2]). Denn bei Behandlung mit verdünnter H_2SO_4 wurde alles übrige diese Partie umgebende gelöst, während diese kaum eine Veränderung zeigt und besonders ein Streifen fiel durch stärkere Verdickung auf (Fig. 10 a. a. O. pag. 75).“

Läfst man reife Samen von Euphorbia myrsinitis keimen, so tragen die Cotyledonen oft noch einige Tage lang an ihrer Spitze die oben erwähnte Zellkappe, an welche sich die weifse schleierartige Haut anschliefst, so dafs die Cotyledonen noch längere Zeit (bis zu 10 Tage oft) gegen äufsere schädliche Einflüsse geschützt sind; die ergrünenden Cotyledonen krümmen sich mehr und mehr nach aufsen, so dafs sie kahnförmig aneinanderliegen; sie sprengen entweder die zarte Haut oder schlüpfen heraus und werfen sie so ab. Auch die harte Samenschale bleibt oft noch längere Zeit über dieser Zellkappe vorhanden (Fig. 26).

Ein solches charakterisches Nährgewebe findet sich deutlich ausgebildet bei allen Arten der Gattung Euphorbia (Fig. 27); es fehlt aber auch nicht bei den anderen Gattungen, wenn es auch bei einzelnen nicht so deutlich und so scharf abgegrenzt ist (wie bei Phyllanthus).

Eine besonders auffällige Form des Nucellus zeigt Dalechampia Roezliana Muell. Arg. Mindestens der ganze untere dritte Teil desselben ist ungemein verbreitert, während oberhalb dieser Verbreiterung der Nucellus als schmaler Kegel sich erhebt. In diesem oberen Teil findet man den Embryosack ziemlich tief unter der Nucellusspitze (Fig. 28).

Der Nucellus hat somit ungefähr die Form eines Flaschenkürbis. Das innere Integument ist demgemäfs auch in seinem oberen Teile nach innen zu bedeutend verdickt.

---

1) M. Merz, Untersuchungen über die Samenentwicklung der Utricularieen. Flora 84. Bd., Ergänzungsband zum Jahrgang 1897, pag. 71 ff.

2) Ein inneres Integument fehlt bei Utricularia.

Was die Nucellusspitze betrifft, so ist bei Euph. myrsinitis und in ähnlicher Weise bei allen Arten der Gattung Euphorbia der Nucellus in eine spitze Verlängerung ausgezogen, die gewöhnlich höchstens bis zur Mündung des Endostoms herausreicht. Der Nucellus, der in sehr jungen Samenanlagen etwa eiförmige Gestalt hat und mit dem breiteren Ende dem inneren Integument aufsitzt, wird später etwa birnförmig gestaltet. Nur bei Euph. heteropylla kommt die gröfste Breite dem oberen Drittel zu (Fig. 11). Bei Eph. globosa Sims. ist auffallenderweise das innere Integument in seinem oberen Teile sehr stark verdickt. Später wächst auch der unterhalb befindliche Teil

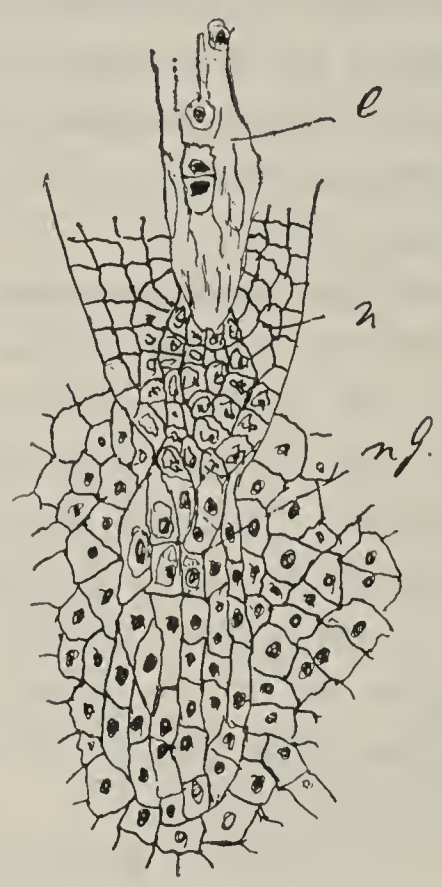

Fig. 27. Euphorbia esula. e = Embryosack, n = Nucellus, ng = Nährgewebe.

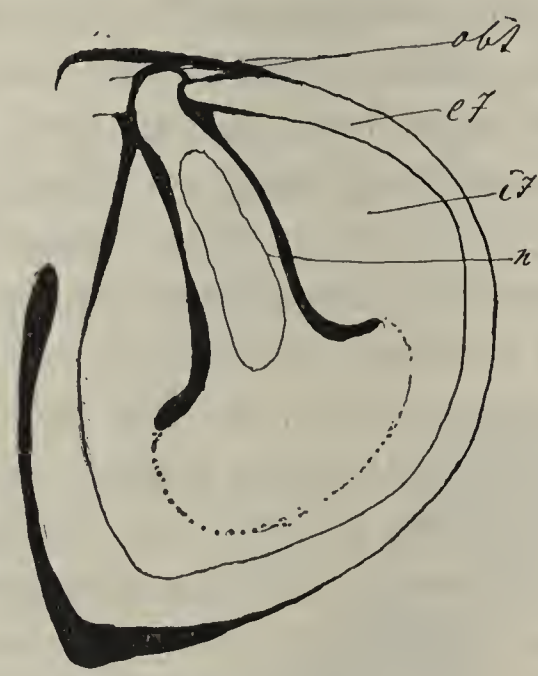

Fig. 28. Dalechampia Roezliana. n Nucellus. Die Punktlinie bezeichnet die Grenze jener Zellen, die durch ihren Plasmainhalt und ihre grofsen Kerne sich besonders vom übrigen Zellgewebe abheben.

mehr in die Dicke und wird dann das innere Integument überall ziemlich gleich stark. Der Nucellus ist sehr gedrungen (Fig. 29).

Ricinus communis schliefst sich in bezug auf die Gestaltung der Nucellusspitze den Euphorbiaarten an, ebenso Poinsettia pulcherrima und Adelia acidoton.

Bei den Phyllanthusarten dagegen ist der Nucellus in eine lange Spitze ausgezogen. Indem die Zellen der Nucelluspitze sich in rascher Folge querteilen, wird die Verlängerung immer bedeutender. Die Verlängerung verläfst schiefslich die Mikropyle, krümmt sich gegen die Placentaseite zu im Bogen; der obere Teil der Nucellarspitze schwillt etwas an und legt sich zwischen die haarförmig emporstehenden

Zellen des Obturators hinein. So bei Phyllanthus lathyroides (Fig. 30) und Ph. pulcher. Bei Phyllanthus angustifolius Sw. krümmt sich die Spitze in ähnlicher Weise nach der Seite der Placenta hinüber; das äufserste Ende der Spitze aber richtet sich wieder etwas nach aufwärts.

Manihot palmata Muell. Arg. besitzt gleichfalls eine bedeutend verlängerte Nucellarspitze. Während aber bei Phyllanthus die Verlängerung sich in eine Furche des Obturators legt, tritt bei Manihot eine innige Verschmelzung der Nucellusspitze mit dem Obturator ein. Zwar legt sich die Spitze auch in eine rinnenförmige Vertiefung des Obturators; indem aber die Zellen beider Gewebe sich zwischen

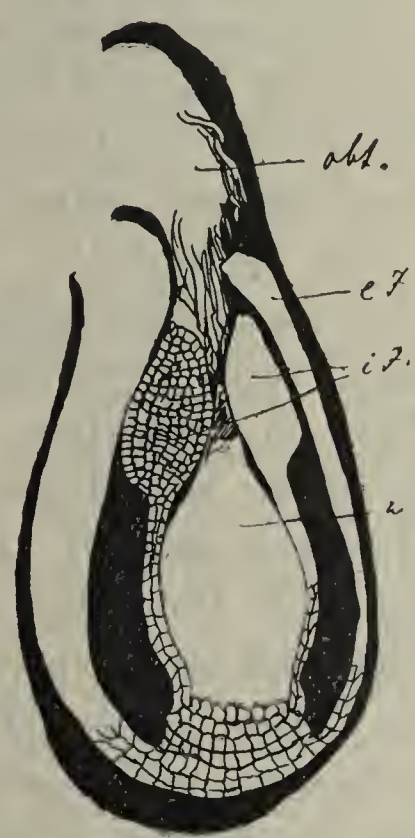

Fig. 29. Euph. globosa. *n* Nucellus, *iJ* inneres Integument, *eJ* äufseres Integument, *obt* Obturator (die Zellen nur teilweise gezeichnet).

Fig. 30. Phyllanthus lathyroides. Die Nucellusspitze (*n*) liegt zwischen den Haaren des Obturators (*obt*) in einer Rinne. *f* Richtung des Funiculus.

einander hineindrängen und schliefslich miteinander verwachsen, wird die Verbindung eine so feste, dafs in späteren Entwicklungsstadien die Stelle der Vereinigung beider nicht mehr leicht festzustellen ist (vgl. Fig. 18, Fig. 31).

Oberhalb des Embryosacks findet sich eine Art Kappe von eigentümlich gestalteten Zellen, die sich leicht von anderen Zellgeweben unterscheiden lassen. Diese Zellgruppe bildet gleichsam die Basis der Nucellusverlängerung. Die Zellen der Nucellusspitze enthalten viel Stärke (die Körner sind ziemlich grofs), besonders von der Zeit an, wo der Eiapparat völlig ausgebildet ist. Diese Stärkeanhäufung

ist besonders beträchtlich in der oben genannten Zellkappe, sowie dort, wo der Obturator mit der Nucellusverlängerung verwachsen ist. Diese Stärke verschwindet nach eingetretener Befruchtung allmählich wieder; sie wird gelöst und zum Aufbau der Samen verwendet.

Am reifen Samen ist die mächtige Verlängerung verschwunden. Die Zellkappe an der Basis der Verlängerung weist nach der Befruchtung eine Querteilung ihrer Zellen auf und nachdem der Inhalt der Nucellusverlängerung aufgebraucht ist, seine Zellen aufgelöst sind, bildet jene Kappe den Abschlufs des Endospermkörpers nach der Mikropyle zu. In den Endospermzellen findet sich reichlich Stärke.

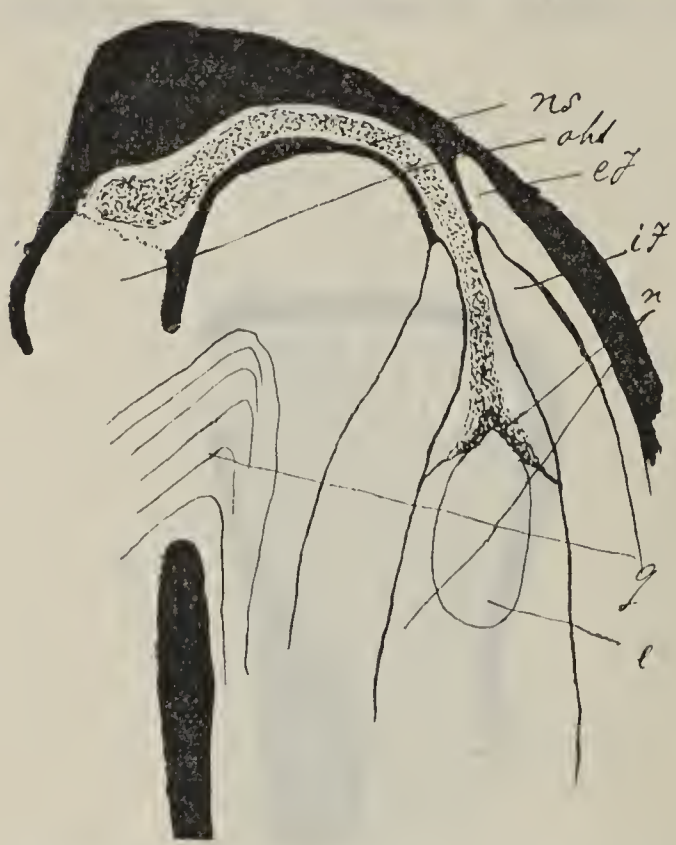

Fig. 31. Manihot palmata. Die Nucellusspitze (*nS*) ist ganz bedeutend verlängert. Die Stelle, wo Obturator und *nS* miteinander verwachsen sind, ist durch die punktierte Linie bezeichnet. *g* Gefäfsbündel, *n* Nucellus, *e* Embryosack.

Croton besitzt ebenfalls einen langausgezogenen Nucellus. Die Verlängerung legt sich ähnlich wie bei Phyllanthus dem Obturator auf. Die Verlängerung selbst ist sehr dünn (Fig. 20 und 21).

Bei Crozophora krümmt sich die stark verlängerte Spitze des Nucellus in scharfem Winkel (ca R), nicht bogenförmig, nach dem Obturator hinüber. Der Teil, welcher dem Obturator aufliegt, verbreitert sich etwas (spatelförmig) und die Zellen, die den Obturatorzellen anliegen, wölben sich papillenartig, Saugzellen ähnlich, vor und drängen sich etwas zwischen die ebenfalls papillenartig gestalteten Zellen des Obturators hinein (Fig. 22).

Bei Mercurialis annua endlich tritt die sehr kurze Nucellusspitze nicht zum Endostom heraus (bei Merc. perennis ist sie etwas länger und spitzer); sie kommt auch mit dem Obturator nicht mehr in Berührung. Dagegen finden wir zwischen Obturator und Nucellusspitze das Exostom ausgekleidet mit langgestreckten Zellen, die in bogigen Reihen verlaufen und so die Verbindung zwischen Obturator und Nucellusspitze herstellen (Fig. 23).

Bei Dalechampia Roezliana (Fig. 28) verläfst die Nucellusspitze das Exostom und legt sich in eine Vertiefung des Obturators von unten her ein.

Mag die Nucellusspitze nur wenig zugespitzt oder mag sie lang ausgezogen sein: mit zunehmender Samenreife schwindet sie; am längsten bleibt sie erhalten bei Crozophora tinctoria, aber auch hier ist sie kein Dauergewebe und was Baillon als Nucellusverlängerung am reifen Samen von Crozophora beschreibt, gehört der Caruncula an.

Caruncula.

Von einer Reihe von Samen ist bekannt, dafs sie an dem oberen Teile des äufseren Integuments (wenn deren zwei vorhanden sind) in der Nähe der Mikropyle oder oberhalb der Anheftungsstelle des Funiculus Zellgewebswülste entwickeln, die als Caruncula (Strophiola) bezeichnet werden und vielfach auch als arillusartige Gebilde beschrieben werden, so bei Chelidonium, Viola usw.

Auch bei den Euphorbiaceen sind meist typisch entwickelte Carunculae vorhanden.

Wenn bei Euphorbia myrsinitis die ringförmige Erhebung des äufseren Integuments, das bekanntlich bei den Euphorbiaceen dem inneren in der Entwicklung weit voraneilt, sich zur Mikropyle schliefst, fällt am oberen Teile des äufseren Integuments ein Zellkomplex auf, der ein charakteristisches Teilungsgewebe darstellt. Anfangs wenige Zellen, mehren sie sich rasch durch Teilung, so dafs das äufsere Integument bald oben einen etwa ringförmigen Wulst um die Mikropyle bildet. Diese Zellvermehrung und -wucherung ist jedoch nicht auf allen Seiten gleich grofs; am energischsten ist sie auf der Rückenseite zu; auf der der Placenta zugekehrten Seite sind es besonders zwei Stellen am äufseren Integumente, wo eine rasche Zellvermehrung statt hat; diese beiden Stellen liegen oberhalb des Funiculus seitlich rechts und links, so dafs drei Lappen als besonders stark sich entwickelnd zu unterscheiden sind. Die Zellen haben Plasmainhalt und grofse Kerne. So bleibt das Verhältnis, bis die Befruchtung erfolgt ist und die Ausbildung der Samen beginnt. Man bemerkt dann, wie die Caruncula rasch sich vergröfsert, um ihre definitive Form anzunehmen; die Öffnung in der Caruncula verengert sich, der ganze Wulst wird mehr auf die Bauchseite verlagert, indem namentlich das Gewebe auf der Rückenseite der Samenanlage wächst und schliefslich wird die Mikropyle von der Caruncula selbst überdeckt. Während vorher der Kanal der Caruncula in der Achsenverlängerung der Samenanlage direkt über dem Exostom lag, ist er jetzt bauchseitig verschoben. Unterhalb des Ringwulstes der Caruncula beginnt sich eine

Zellzone zu strecken, so dafs die eigentliche Caruncula wie eine gestielte Warze dem Samen aufsitzt.

Auf der Seite, wo der Funiculus anliegt, findet man unterhalb der Caruncula ein Grübchen am reifen Samen, das die Stelle bezeichnet, wo das Gefäfsbündel in die Samenanlage eintrat.

Waren die Zellen der Caruncula in jüngeren Entwicklungsstadien reich mit Protoplasma gefüllt, so ändert sich das, wenn die Bildung der Testa beginnt. Die Zellen vergröfsern sich (sie strecken sich), der Plasmainhalt schwindet, Kerne sind zwar noch eine Zeitlang nachweisbar, aber auch sie zerfallen, es entstehen mit Luft gefüllte Hohlräume, die die weifsliche Farbe der Caruncula bedingen. Als Inhalt findet sich bei ausgebildeten Samen in den Zellen der Caruncula nur mehr ein sehr dünner Wandbelag von Plasma. Die Caruncula setzt sich in einer dünnen Haut, welche die Testa umgibt, fort; auch diese enthält lufterfüllte Zellen; sie vertrocknen und die vorher weifsliche Farbe der Samen schwindet, in dem dann die Farbe der Testa durch die dünne vertrocknete Haut hervortritt. So gewinnt es den Anschein, als ob die Caruncula oben dem Samen locker aufsitze, tatsächlich fällt sie auch leicht ab. In trockener Luft schrumpft auch die Caruncula bald ein, in Wasser quillt sie wieder auf und nimmt ihre frühere Gestalt wieder an (vgl. Fig. 4).

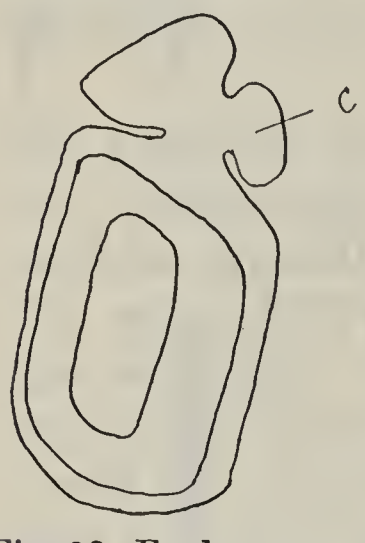

Fig. 32. Euph. verrucosa. c = Caruncula. Tangentialschnitt. Der Same ist noch nicht ganz reif. Die Samenschale beginnt sich erst auszubilden.

Diese Entwicklung findet sich in ganz ähnlicher Weise bei den übrigen untersuchten Euphorbien. Auch die Form der Caruncula ist wesentlich dieselbe. Eine Ausnahme macht nur Euphorbia heterophylla. Während die anderen Arten der Gattung Euphorbia am reifen Samen eine ziemlich grofse Caruncula haben (Fig. 32), ist sie hier sehr klein. Auf jüngeren Entwicklungsstadien findet sich zwar ein Teilungsgewebe, das jenem entspricht, das zur Bildung der Caruncula den Ausgangspunkt bildet; an reifen Samen sieht man aber nur eine sehr kleine, auf die Bauchseite gelagerte Schwiele.

Bei Euphorbia Lathyris L. ist eine grofse Caruncula vorhanden, die vielfach Einschnürungen aufweist. Kräftig entwickelt ist die Caruncula auch bei Ricinus communis L., Manihot palmata etc.

Eine Ausnahme machen die Arten von Phyllanthus und Dalechampia.

Von Phyllanthus findet sich die Angabe, dafs sie einer Caruncula entbehre. Eine typisch ausgebildete Caruncula findet sich allerdings an den reifen Samen nicht. Aber vollständig fehlt sie nicht: auf der Bauchseite, ziemlich weit herabgeschoben, ist eine schwielenartige Anschwellung zu sehen, die meist lebhaft gefärbt ist (orangerot bei Phyllanthus lathyroides). Die Entwicklungsgeschichte der Samen von Phyllanthus zeigt, dafs am äufseren Integument sich ein Teilungsgewebe vorfindet, das jenem entspricht, welches z. B. bei Euphorbia myrsinitis zur Bildung der Caruncula Anlafs gibt (Fig. 33). Das bei jungen Samenanlagen zweischichtige äufsere Integument wird in der Nähe der Mikropyle mehrschichtig; dieses Teilungsgewebe ergibt dann die oben erwähnte Samenschwiele, die man als eine sehr kleine Caruncula wohl bezeichnen kann. Es bleibt hier die Bildung der Caruncula sozusagen auf rudimentärer Stufe stehen. Ganz ähnlich ist es bei Dalechampia; auch hier ist es nur ein kleines längsgestrecktes Wärzchen, das als Caruncula bezeichnet werden kann. Diese Bezeichnung ist ja wohl auch hier am Platze, wenn man bedenkt, dafs die Entwicklung anfangs dieselbe ist, wie bei den mit typischer Caruncula versehenen Samen, die Gröfse ist allerdings verschieden.

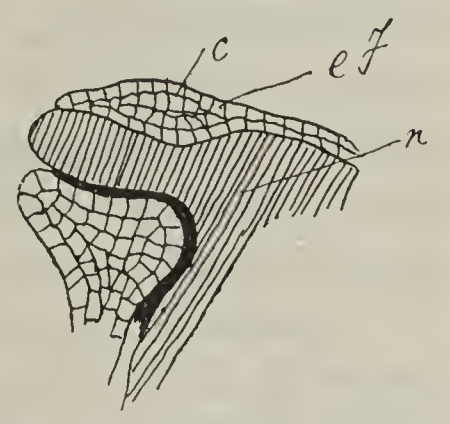

Fig. 33. Phyllanthus lathyroides. c = Teilungsgewebe am äufseren Integument. Das innere ist nicht gezeichnet. n = Nucellus.

Auf die Form der Caruncula hat besonders Baillon schon geachtet, es findet sich eine Reihe von Carunculagebilden beschrieben in seiner Monographie der Euphorbiaceen.

Sieht man von Phyllanthus und Dalechampia, sowie Euphorbia heterophylla ab, so haben alle untersuchten Euphorbiaceen eine wohlausgebildete Caruncula.

B. Physiologisches und Biologisches.

Caruncula.

Bevor ich auf die Bedeutung der Caruncula eingehe, ist es notwendig, darauf hinzuweisen, dafs Obturator und Caruncula zwei verschiedene Organe sind und zwar zwei verschiedene Organe, denen auch verschiedene Funktionen zukommen. Es mufs der Unterschied zwischen Obturator und Caruncula um dessenwillen so hervorgehoben

werden, weil sich in dem grofsen Werke von Engler-Prantl[1]) über die Caruncula folgende Stelle findet:

„Die Samenanlagen (der Euphorbiaceen) besitzen in den allermeisten Fällen eine Caruncula, welche die Mikropyle überdeckt, bei der Leitung der Pollenschläuche eine wichtige Rolle spielt und meist auch am Samen dann wahrgenommen werden kann. Sie entsteht aus placentarem Gewebe am Grunde des Funiculus oder noch höher und bedeckt die Mikropyle deckelartig oder haubenförmig; wo zwei Samen in jedem Fach vorkommen (Phyllanthoideae), besitzt jeder eine Caruncula für sich oder für beide ist eine gemeinschaftliche Caruncula vorhanden.“

Es ist hier nicht nur kein Unterschied zwischen dem Obturator und Carunculagewebe gemacht, sondern beide sind miteinander als ein Gewebe angenommen; aber die Caruncula hat einen anderen Ursprung, wie im ersten Teile nachgewiesen, als der Obturator. Dieser entspringt aus placentarem Gewebe, dieser dient zur Leitung der Pollenschläuche, dieser bleibt aber am reifen Samen nicht vorhanden, sondern als Rudiment an der Placenta. Die Caruncula ist deutlich hervorgegangen aus dem äufseren Integument und kommt für die Leitung der Pollenschläuche nicht in Betracht, wenigstens nicht in der Weise, wie Pax in Engler a. a. O. meint.

Schon Baillon hat eindringlich hingewiesen: „Il faut bien se garder de le (= obturateur) confondre avec la caroncule, comme le font certains auteurs classiques.“

Eingehendere Untersuchungen können denn auch nicht im Zweifel lassen, was Obturator und was Caruncula sei.

Was ist nun die Caruncula? Ist sie eine Art von Arillus?

Über die Arillusbildungen sind eingehende Untersuchungen schon von Planchon[2]) gemacht worden. Seine Einteilungen in echte und falsche Arillargebilde ist unzweckmäfsig; der echte ist nach ihm eine accessorische Eihülle, welche sich um den Hilus herum gebildet hat und das Exostom überdeckt oder bedecken würde, wenn man sich die Hülle über den ganzen Samen ausgedehnt denkt; der falsche ist entstanden aus einer Wucherung des Exostomrandes, das die Mikropyle aber immer unbedeckt läfst, somit stets eine dem Exostom entsprechende Durchlöcherung zeigen mufs.

---

1) Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien, Bd. III, Abteil. 5, pag. 10. Pax, Euphorbiaceen. 1. Aufl.

2) Planchon, Developpement et caractères des vrais et des faux arilles. Annal. d. sc. n. III sér. tom 3 pag. 275 ff.

Baillon hat dem gegenüber bewiesen, dafs man es nicht mit zwei getrennten Bildungscentren zu tun hat, sondern nur mit einem einzigen, welches zwischen der Hilusstelle und der ihr zunächst gelegenen Hälfte des Exostoms befindlich ist und allmählich das Exostom und den Hilus in ihrem ganzen Umfang zur weiteren Ausbildung des Arillus heranzieht. Er stimmt darum schon für Beseitigung der alten Bezeichnungen, wie echter und falscher Arillus, Calyptra, Strophiola, Caruncula usw. und will an deren Stelle unterschieden wissen zwischen allgemeiner oder totaler und lokalisierter Arillusbildung in dieser oder jener Region des Samens wie Funiculus, Raphe, Chalaza, Hilus oder Mikropyle oder an mehreren dieser Stellen zugleich. Ob eine solche Bezeichnung in jeder Hinsicht unanfechtbar wäre, soll hier nicht entschieden werden. Sicher gehen wir nicht allzuweit fehl, wenn wir die Caruncula der Euphorbiaceen als eine Art Arillus auffassen.

Die Caruncula ist vor allem nicht als ein drittes Integument aufzufassen oder als Überrest eines solchen. Wäre das der Fall, so müfste sie entstehen als ein Teil des Nucellargewebes; das ist aber nicht der Fall.

A. Pfeiffer[1]) meint, die Caruncula der Euphorbiaceen zu den Exostomarillen (nach Baillons Einteilung) stellen zu dürfen. (Aber auch diese Stellung wäre keine genaue, da auch der Funiculus bei Bildung der Caruncula beteiligt ist.) Pfeiffer hat die Bildung der Caruncula bei den Euphorbiaceen nicht selbst untersucht, sondern begnügt sich mit der Bemerkung, dafs Baillon schon genügend die Caruncula der Euphorbiaceen besprochen habe. Aus dessen Monographie ist zu ersehen, dafs sich mantelförmige Hüllen nirgends bei den Euphorbiaceen finden, sondern stets auf die Mikropylegegend beschränkte Wülste, die immerhin ganz interessante Formen durch Einschnürungen, Lappung, Spaltung usw. annehmen können. Auch die Färbung ist oft höchst charakteristisch.

A. d. Saint Hilaire[2]) hat schon behauptet, die Caruncula gehe hervor aus dem Exostom. Baillon[3]) erkannte schon, dafs die Ausbildung der Caruncula nicht im ganzen Umkreis des Exostoms gleichförmig vor sich gehe (z. B. bei Ricinus communis sind es anfangs drei Lappen; der eine liegt gegen die Fruchtwand zu, die beiden anderen je seitlich über dem Funiculus; später erscheint die

---

1) A. Pfeiffer, Die Arillargebilde der Pflanzensamen, Berlin 1890, pag. 43.
2) A. d. Saint Hilaire, Morphologie végétale 1840.
3) Baillon, Étude générale etc. pag. 191.

Caruncula als ein geschlossener Wulst, der aber noch Einschnürungen aufweist, wenn sie auch nicht mehr so ins Auge springen).

Es ist vielfach bei den Euphorbiaceen der Unterschied gemacht worden, dafs die einen eine Caruncula besitzen, die anderen nicht. Baillon meint, eine solche Unterscheidung sei nicht gerechtfertigt, denn das Organ, das man Caruncula heifst, sei bei allen zu finden, nur ist es eben bei den einen besser ausgebildet als bei den anderen; der Unterschied ist nur ein quantitativer: „Mais toutes les Euphorbiacees possident en réalité l'organe, qui hypertrophié, s'appelle une caroncule.“ [1]) Namentlich hat man den Phyllanthusarten den Besitz einer Caruncula abgesprochen. Aber die Entwicklung der Samenanlagen derselben beweist doch, dafs am äufseren Integument sich eine „Membrane assez épaisse, spongieuse, demi-charnue“ bildet, die sich am reifen Samen durch ihre oft orangerote Farbe auffällig macht. Es zeigt auch in der Tat die Untersuchung der Phyllantusarten das charakteristische Teilungsgewebe (in der Nähe des Exostoms) am äufseren Integument. Was Baillon über Hippomane, Cremophyllum, Stillingia und Acalyphaarten anführt, konnte leider wegen mangelnden Materials nicht kontrolliert werden.

Die Formen der Caruncula sind wohl bei den einzelnen Arten konstant, wechseln aber sehr bei den verschiedenen Gattungen, selbst innerhalb einer Gattung (vgl. z. B. das über die Caruncula von Euph. heterophylla Gesagte). Da es sich aber bei den Untersuchungen vor allem um entwicklungsgeschichtliche, physiologische und biologische Eigentümlichkeiten handelte, sei bezüglich der Formen auf die Monographie der Euphorbiaceen von Baillon [2]) hingewiesen.

Was die Stellung der Caruncula an der Samenanlage betrifft, so bildet die Caruncula von der ersten Zeit ihrer Entwicklung an einen im allgemeinen etwa ringförmigen [3]) Wulst um die Mikropyle. Der innerhalb des Wulstes liegende Kanal liegt in der Längsachse der Samenanlage.

Mit eingetretener Befruchtung ändert sich aber die Stellung des Organs. Es beginnt eine auffallend rasche Anschwellung desselben einzutreten, der Kanal schliefst sich, von der Rückenseite der Samenanlage schiebt sich das äufsere Integument über die Mikropyle her und die Caruncula wird dadurch mehr auf die Bauchseite verlagert. Mit ihrem breitesten Umfang legt sie sich an die Wandungen der

1) Baillon, Étude gén. etc. pag. 192.
2) Baillon, Étude générale etc. pag. 191 ff.
3) Auf der Bauchseite etwas eingebuchtet!

Fruchthöhlung an und liegt schliefslich keilförmig zwischen Placenta und dem oberen Teile des Samens auf dem Funiculus mit ihrem unteren Teile. Baillon hat schon gemeint, die Caruncula trage durch diese Lage dazu bei, dafs die Trennung des Samens von Funiculus erleichtert werde. Tatsächlich füllt die Caruncula bei eingetretener Samenreife den Raum zwischen Placenta und dem oberen Teil des Samens aus und wenn man reife frische Samen der Länge nach durchschneidet, kann man leicht erkennen, wie die Caruncula tatsächlich wie ein Keil sich einzwängt und durch die Spannung eine Lösung des Samens von der Placenta ermöglicht bezw. erleichtert.

Wir dürfen nicht vergessen, dafs viele Wolfsmilchgewächse zu der Gruppe gehören, die Schleuderfrüchte haben. Es spaltet sich in der Regel die Fruchtwand jedes Samenfaches von oben nach unten, in dem in der Mitte derselben von obenher ein Rifs entsteht und die Samen werden mit ziemlicher Gewalt herausgeschleudert. Man kann das sehr leicht beobachten bei unseren einheimischen Euphorbiaarten, bei Mercurialis, auch bei Ricinus usw. Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir auch der Caruncula einen Teil der Gewalt, mit welcher die Samen herausgeschleudert werden, zuschreiben. Dieses Herausspringen der Samen ward schon lange beobachtet. Schon der alte Hieronymus Tragus (Bock) nennt die Euphorbia Lathyris „Springkraut“ und sagt: „Sobald die Nüfslein dürr werden, springen sie mit eim Knall von der Sonnenhitz auff, als die Schotten an den Pfrimmen [1]).“ Ludwig schreibt [2]):

„Bei Hura crepitans aus dem tropischen Afrika springen die grofsen, flachgedrückten, kugeligen, vielrippig gefurchten, holzigen, zweiklappigen Kapseln mit einem deutlichen Knall auf, wobei ihre linsenförmigen ca. 7 g schweren Samen bis 14 m fortgeschleudert werden [2]).“

Auch andere Wolfsmilchgewächse wie Hyaenanthe, Mercurialis, Boliospermum, Ricinus, Euphorbiaarten haben Schleuderfrüchte. Bei den Euphorbiaarten wird nach Hildebrandt durch das von oben her geschehene Aufreifsen der Kapselklappen ein Druck auf die von ihnen eingeschlossenen Samen von unten her geübt, der diese wegschleudert [3]). Daraus erklärt sich auch das Verwildern von E. Lathyris, marginata etc.

---

1) Huth, Systematische Übersicht der Pflanzen mit Schleuderfrüchten. Berlin 1890.

2) Ludwig, Biologie der Pflanzen pag. 335.

3) Ludwig, a. a. O. pag. 335.

Wenn Ludwig den Umstand, dafs die Samen dieser Pflanzen weit weggeschleudert werden, der Konstruktion der Fruchtklappen zuschreibt, so weist dem gegenüber Kerner v. Marilaun[1]) darauf hin, dafs „der Stofs, welchen die Samen infolge der schraubigen Drehung der Fruchtklappen erfahren, noch durch verschiedene andere Einrichtungen unterstützt wird, deren ausführliche Schilderung hier zu weit führen würde“.

Meiner Ansicht nach trägt, wie schon bemerkt, wohl auch die Caruncula etwas dazu bei, dafs die Wurfweite eine verhältnismäfsig bedeutende ist[2]).

So wenig auch bei Phyllanthus, Dalechampia die Caruncula entwickelt ist, so dürfte doch auch dieser äufserst kleinen Samenschwiele die Bedeutung für die Loslösung der Samen von der Placenta nicht abzusprechen sein, da sie ihrer Lage nach (gegen die Bauchseite hin verschoben) doch als Keil wirken dürfte. Für ein Fortschleudern der Samen kommt sie wohl nicht in Betracht; vielleicht hängt die Kleinheit des Organs damit zusammen. Auffallend ist bei Phyllanthus die Färbung der Samenschwiele, sie ist oft intensiv orange, bei manchen Arten gelblichweifs gefärbt. Auffallende Farben dienen nach der gewöhnlichen Annahme zur Anlockung von Tieren. Ob tatsächlich Tiere bei Verbreitung der Samen der Phyllanthusarten beteiligt sind, könnte nur an Ort und Stelle nachgewiesen werden.

Wir kommen hier zur Besprechung der Frage, ob die Caruncula nicht etwa zur Verbreitung der Samen diene? Ludwig erwähnt in seiner Biologie[3]), dafs besonders Samen mit grofser Nabelschwiele von Ameisen etc. eingetragen werden, darunter gehören auch viele Euphorbiaarten. Tatsache ist, dafs die Ameisen die Caruncula abfressen, die Samen aber oftmals liegen lassen[4]). Dadurch wird die Keimkraft der Samen nicht beeinträchtigt. Von Samen, die ihrer Caruncula beraubt worden waren, keimten mehr als zwei Drittel, von Samen mit Caruncula ca. $^4/_7$ unter denselben Verhältnissen in derselben Zeit. Einen Einflufs auf die Keimfähigkeit dürfte also die Caruncula kaum ausüben. Dagegen scheinen namentlich Ameisen die

---

1) Kerner, Pflanzenleben 2. Bd. 1. Aufl. 1891 pag. 775.

2) Zumal, wenn man bedenkt, dafs der Querschnitt der Caruncula senkrecht zur gewölbten Fruchtwand steht!

3) Ludwig a. a. O. pag. 377.

4) Verschiedene Arten von Ameisen verhalten sich verschieden. Ich machte die Beobachtung, dafs Formica rufa die Caruncula abfrifst, die Samen selbst aber nicht fortschleppt.

Samen der Euphorbiaceen aufzusuchen, um sich an deren Caruncula gütlich zu tun. Insbesondere ist es die Rasenameise (Tetramorium caespitum), welche Samen mit grofser Samen- und Nabelschwiele in die Erdlöcher schleppt, darunter auch die Samen der Arten von Euphorbia. Dafs es nur die fleischige Caruncula ist, welche sie anlockt, ist zweifellos. Bleiben verschleppte Samen auf dem Wege der Ameisen liegen, so wird doch die Caruncula abgefressen.

Dafs übrigens viele Euphorbiaceen zu den myrmecophilen Pflanzen gehören, sei nur nebenbei bemerkt. Delpino[1]) zählt schon 482 Arten in zwei Gattungen auf, welche den Ameisen Wohnung gewähren. Auch Schimper rechnet unter die myrmecophilen Pflanzen besonders: Croton, Sapium, Alchornea usw. Ludwig selbst[2]) bemerkt, dafs zu diesen myrmecophilen Pflanzen bei uns in Europa zu zählen sei: Crozophora tinctoria.

Zucker oder ähnliche Stoffe konnten in der Caruncula mit den gebräuchlichen Reaktionen nicht nachgewiesen werden, was freilich noch nicht für die Abwesenheit dieser Stoffe spricht. Stärke ist in der fertigen Caruncula nicht vorhanden.

Obturator und Nucellusverlängerung.

Wie die angestellten Untersuchungen ergaben, fehlt der Obturator bei keiner der beschriebenen Euphorbiaceen, dagegen ist seine Gestalt bei den einzelnen Gattungen sehr verschieden.

Schon Mirbel hat die Wahrnehmung gemacht, dafs die Samenanlagen der Euphorbiaceen zur Zeit der Befruchtung bedeckt seien von einem sonderbaren Gewebe; er bezeichnet es als einen „Hut, der sich im Innenwinkel des Fachs des Fruchtknotens entwickelt und dann weiter ausbildet.“ [3]) Brongniart weist ebenfalls in seiner Schrift: „Zeugung des Pflanzenembryo“ [4]) darauf hin, dafs bei Ricinus sich ein eigentümliches Gewebe findet, „das man leicht bemerkt, indem es orangegelb gefärbt ist und im Ovarium in eine Art Schwiele oder in einem Warzenbüschel endigt, der, wie das Zellgewebe der Narbe, eine schöne rote Farbe hat und unmittelbar die Öffnung der Eyhäute bedeckt.“ Aus seinen Zeichnungen ist schon deutlich zu er-

1) Delpino, Funzione mirmecotia nel regno vegetale, Bologna 1886—89. Vgl. Ludwig a. a. O. pag. 244.

2) Ludwig a. a. O. pag. 247.

3) H. Mirbel in R. Browns vermischten botanischen Schriften übersetzt von Esenbeck Bd. IV, pag. 529 und Taf. V Fig. 12—15 Euphorbia Lathyris.

4) R. Browns vermischte botanische Schriften Bd. IV. pag. 234f; vgl. auch daselbst Tafel II, Fig. 43, Tafel III, Fig. 54, 57.

sehen, dafs er Obturator und Caruncula wohl von einander unterschied, auch scheint er nach Fig. 54 (dortselbst) beide Gewebe als von einander in der Entwicklung unabhängig angesehen zu haben; jedenfalls hat er (der Zeichnung 57 nach zu schliefsen) wohl beobachtet, dafs das Obturatorgewebe (nach ihm tissu conducteur) am reifen Samen geschwunden ist bis auf einen kleinen Wulst an der Placenta. Er macht bei seiner Erklärung zu Fig. 54 Tafel III a. a. O.[1]) bezeichnenderweise den Unterschied zwischen 1. Narbenwarzen, 2. darunterliegendem Fasergewebe, welches das leitende Zellgewebe der Narbe begleitet, 3. leitendem Zellgewebe; 4. Warze, welche dies Gewebe in der Höhle des Fruchtknotens, der Öffnung der Eyhäute gegenüber, begrenzt. Letztere (Warze) ist nichts anderes als das Obturatorgewebe, wie sich klar aus der Figur ergibt.

Baillon hat auf Grund der Wahrnehmung Mirbels[2]) („In dem Fruchtknoten der Euphorbiaceen findet man eine kleine Mütze in Gestalt eines Löschhütchens . . .“) diese eigentümlichen Gewebe bei den Euphorbiaceen eingehend untersucht und fafst das Ergebnis seiner Arbeit in dem Satz zusammen: „C'est, comme l'on sait, dans ces plantes, une sorte de petit chapeau en forme de cloche, qui vient s'appliquer par sa base sur la micropyle, dont les bords saillent coiffants le sommet de l'ovule, et qui, du centre de sa base envoie un prolongement dans l'exostome. . . .“

Auch seiner Beobachtung entging es nicht, dafs dies Gewebe nach der Befruchtung schwindet, ohne aber völlig zu verschwinden, indem ein Rest des Obturators als kleines Höckerchen an der Placenta übrig bleibt. Wenn er dies Organ übrigens als „un petit chapeau“ bezeichnet, so will er diesen Namen damit nicht als einen entsprechenden vorschlagen, denn seine Untersuchungen ergaben, dafs diese Form nicht bei allen Arten der Familie der Euphorbiaceen zu finden sei; er weist darum auch die Benennung „chapeau de tissu conducteur“ zurück und schlägt den Namen „obturateur“ vor. Aber auch gegen diesen Namen liefse sich manches vorbringen, denn es ist nicht abzusehen, wie man ein Organ mit dieser Bezeichnung belegen kann, das in so vielen Fällen, weil es die Mikropyle nie erreicht, gar nicht die Funktion haben kann, dieselbe zu verstopfen (obturare) oder auszufüllen. Doch wollen wir den einmal seit Baillon

1) Brongniart, R. Browns verm. bot. Schr. Bd. IV pag. 317, übersetzt von Esenbeck.

2) R. Browns verm. bot. Schr. Bd. IV pag. 529 f.

3) Baillon, Étude générale, pag. 167 ff.

gebräuchlichen Namen beibehalten und wenn wir eine Erklärung für den Begriff „obturateur“ geben wollen, so haben wir ihn zu bezeichnen als ein Zellgewebe, das sich zwischen Placenta und Mikropyle, resp. Nucellusspitze einschaltet.

Charakteristisch ist dasselbe nicht blofs für die Euphorbiaceen, die desselben nie ermangeln, es weisen eine Reihe anderer Pflanzen ein ganz ähnliches Gewebe auf. So hat bei Linum perenne Payer[1]) ein ähnliches Organ gefunden und eingehend beschrieben. Einen sicheren Schlufs auf die Bedeutung dieses Gewebes hat aber weder er noch Baillon gemacht.

Wie Baillon schon erwähnt, war man geneigt, den Obturator als eine metamorphisierte Samenanlage anzusehen, daher auch der Name „hétérovule“ dafür aufgestellt wurde.[2]) Er erklärt aber diese Bezeichnung für nicht annehmbar, weil, wie er meint, damit der Anschein erweckt werde, als ob dies Organ eine verkümmerte Eianlage sei (ovule aborté et deformé).[3]) Er selbst hat also diese Meinung nicht geteilt, dafs der Obturator einer solchen verkümmerten Samenanlage entspreche. Da mir die Quelle obiger Vermutung nicht bekannt ist, kann ich auch die Gründe nicht würdigen, welche für diese Annahme sprechen sollten. Wir haben es aber tatsächlich nicht mit einer verkümmerten Eianlage zu tun. Wäre eine solche Verkümmerung oder Metamorphose eingetreten, so müfste doch unter den vielen untersuchten Samenanlagen und deren Obturatoren das eine- oder das anderemal ein Anhaltspunkt sich gefunden haben, woraus zu schliefsen wäre, dafs eine solche Veränderung tatsächlich vorliege. Man sollte dann meinen, dafs irgend einmal vielleicht eine solche verkümmerte Samenanlage der ursprünglichen Anlage gemäfs sich entwickle oder doch ein- oder das anderemal die Anfänge einer Samenanlage aufweise.

Weist man für die Behauptung, im Obturator eine solche umgeänderte Samenanlage vor sich zu haben, darauf hin, dafs das Normale zwei Samenanlagen in jedem Fruchtfache wären, so ist demgegenüber die Tatsache zu bedenken, dafs die Phyllantusarten wirklich zwei solcher Anlagen in jedem Fache besitzen, trotzdem aber noch ein Obturator, der beiden gemeinsam ist, vorhanden ist. Bei anderen Phyllanthoideen hat jede Samenanlage ihren eigenen Obturator.

Die Stellung des Obturators oberhalb des Funicules kann ebenfalls keinen Beweis bilden für die obige Behauptung. Es wurde bei

1) Payer, Traité du organogénie des fleurs pag. 522.

2) Baillon gibt keinen Autor hiefür an.

3) Baillon a. a. O. pag. 167.

Besprechung der Entwicklung des Obturators von Euphorbiaarten darauf hingewiesen, dafs die Eianlage bereits beträchtlich entwickelt ist, wenn die Anfänge des Obturatorgewebes sich zeigen. Derselbe hängt immer mit beträchtlich breiter Basis mit der Placenta zusammen, während die Samenanlage mittels des viel weniger umfangreichen Funiculus angeheftet ist. Der Obturator legt sich auch nicht als einheitliches Gewebe an, sondern verschmilzt aus zwei in den ersten Anfängen getrennten Teilen erst später zu einem einheitlichen Organ.

Wir haben unter dem Obturator nicht ein metamorphisiertes Eichen, sondern ein neugebildetes Gewebe zu verstehen. Diese Meinung vertritt auch Capus[1]) und weist die Ansicht ab, als sei der Obturator eine Samenanlage, die verkümmert oder metamorphisiert ist.

Wir haben im Obturator ein Organ zu sehen, das neugebildet ist und den Charakter eines Leitungsgewebes besitzt. Das wird klar, wenn man bedenkt, dafs bei der Anheftungsart der Samenanlagen bei den Euphorbiaceen ein solches Gewebe als unbedingt nötig erscheint.

Bei solchen Samenanlagen, deren Mikropyle direkt unter der Stelle liegt, wo der Pollenschlauch ins Fruchtfach eintritt, bedarf es keiner besonderen Leitgewebe für den Pollenschlauch. Anders liegt die Sache da, wo die Mikropyle von dieser Stelle abseits liegt.

Bei den Euphorbiaceen hängen die Samenanlagen anatrop und epitrop im Samenfach; die Mikropyle ist etwas nach aufsen gegen die Fruchtwand hin gewendet. Der Griffel ist meist deutlich vorhanden (bei Mercurialis allerdings sehr kurz), die Narbe mit Schleimzellen ausgekleidet, ähnlich wie der Griffelkanal. Im Griffelkanal sind diese Zellen vielfach langgestreckt und mittels der gewöhnlichen Reaktionen leicht als Schleimzellen nachweisbar. Dies stimmt ja auch mit dem überein, was Behrends[2]) bezüglich der Narbe und des Griffels angibt.

Der Pollenschlauch findet also hier ein charakteristisches Leitgewebe vor. Die Epidermiszellen der Placenta sezernieren ebenfalls eine schleimige Flüssigkeit, in einzelnen Fällen (Euph. helioscopia) tritt auch Stärke in ihnen auf, die später wieder aufgelöst wird. Schon Dalmer[3]) hat den Schlufs gezogen: „Ich gelange nach alledem zu der Auffassung, dafs die Pollenschläuche in einem von der

---

1) Capus, Anatomie du tissu conducteur. Annal. des sc. bot. 6. Sér. VII. tom. 1878 p. 226.

2) Behrends, Anatomie der Narbe und des Griffels pag. 28.

3) Dr. Dalmer, Über die Leitung der Pollenschläuche bei den Angiospermen p. 30.

Narbe bis zur Mikropyle gebildeten Sekret wachsen, aus dem sie wie aus einer Zuckerlösung ihre Nährstoffe beziehen. Das Sekret wird vom Leitgewebe gebildet, dessen Zellen sowohl hinsichtlich ihrer Form als hinsichtlich ihres Inhaltes diejenigen Eigenschaften besitzen, welche den zelligen Elementen bekannter Sekretionsorgane, z. B. der Nektarien eigentümlich."

Durch dieses Leitungsgewebe im Griffel wird der Pollenschlauch auf die Placenta dirigiert, wo ebenfalls gewisse Zellgruppen als Leitgewebe ausgebildet sind. Bei den Euphorbiaceen ist nun aber der Abstand der Mikropyle von der Placenta ein beträchtlicher und es kann darum nicht Wunder nehmen, wenn sich hier ein besonderes Gewebe vorfindet, das die Verbindung zwischen Placenta und Mikropyle herstellt; dieses Gewebe ist der Obturator.

Behrends[1]) hat bezüglich des Leitgewebes für die Pollenschläuche die Ansicht ausgesprochen: „Das Leitungsgewebe scheint eine im Pflanzengriffel weitverbreitete Gewebeform zu sein, wo es fehlt, treten andere Zellen und Zellkomplexe vertretend an seine Stelle." Für das Griffelleitgewebe konstatierte er: „Der Zusammenhang des Gewebes ist ein sehr lockerer; so können wir für das Leitungsgewebe auf der Placenta und innerhalb des Fruchtknotens ganz ähnliches nachweisen." „Das Durchwachsen[2]) des Pollenschlauches durch das Narbengewebe wird erleichtert dadurch, dafs das Narbengewebe sehr lockeren Zusammenhang hat, sich schon durch sehr schwache Macerationsmittel, bisweilen sogar durch destilliertes Wasser, leicht in die einzelnen Längsreihen auflöst und so in hervorragender Weise geeignet ist, das Durchwachsen des Pollenschlauches zu erleichtern; aufserdem sind aber auch die Längsreihen sehr elastisch, werden so dem Pollenschlauch angedrückt, so dafs dieser, einmal eingedrungen, vor äufseren Einflüssen geschützt ist."

Vergleichen wir die Eigenschaften des Obturatorgewebes mit den von Behrends für das Leitungsgewebe des Griffels usw. angeführten Eigenschaften, so ergibt sich die Rolle des Obturators als ebensolches Leitgewebe aus der Betrachtung, einmal: dafs der Obturator nur die Fortsetzung des Leitgewebes in der Placenta ist, ferner dafs die Zellen in ihrer Anordnung sowohl als ihrer Beschaffenheit sich als Leitgewebezellen charakterisieren. Die im Kern des Obturators liegenden Zellen sind sehr dünnwandig, meist in Reihen angeordnet und so orientiert, dafs sie die Fortsetzung des Leitgewebes

1) Behrends a. a. O. p. 19.
2) Behrends a. a. O. p. 36.

in die Mikropyle hinein resp. bis zur Nucellusverlängerung ohne weiteres bilden.

Der beste und sicherste Beweis für die Behauptung: „der Obturator ist Leitgewebe für den Pollenschlauch und hat die Aufgabe, denselben auf den Nucellus zu dirigieren“, ist dann gegeben, wenn tatsächlich Pollenschläuche im Obturator nachgewiesen werden.

Was schon Behrends bedauert hat: „Leider besitzen wir bis jetzt kein gutes Reagens, um den Pollenschlauch im Narbengewebe sichtbar zu machen, woher es denn kommt, dafs man nur selten und zwar bei sehr dünnen glücklichen Schnitten den Schlauch deutlich wahrnimmt“, das gilt auch für die gemachten Untersuchungen. Dazu kommt, dafs die Obturatorschläuche viele Ähnlichkeit mit Pollenschläuchen besitzen.

Dennoch ist es bei einzelnen Schnitten gelungen, Stücke von Pollenschläuchen im Obturatorgewebe nachzuweisen. Es gelang dies mittels der gewöhnlichen Farbstoffe (Jodgrünfuchsin, Hämatoxylin) bei einem bestimmten Grade der Einwirkung. Es hatten sich die Obturatorzellen kaum, die Pollenschläuche ziemlich stark gefärbt, wiesen in diesem Zustande auch einen mehr lichtbrechenden Inhalt auf. Da der Grad der Einwirkung der Farbstoffe sich änderte je nach dem Alter der Samenanlagen, der Art usw., so blieb es immer dem Zufall mehr oder weniger überlassen, dafs die Pollenschläuche charakteristisch hervortraten (vgl. Fig. 5 ven Euph. myrsinitis, Manihot 18, Dalechampia 19 usw.). Diese wenigen Befunde lassen aber immerhin keinen Zweifel übrig, dafs wir im Obturator ein Leitgewebe zu sehen haben.

Bei den Euphorbiaceen mufs wegen der Anlage der Mikropyle (nach aufsen und oben) ein solches Gewebe geradezu gefordert werden, es würde ja der durch die Placenta gewachsene Pollenschlauch, im Fruchtknoten angelangt, geradezu in der Luft hängen. Auch Capus hat folgerichtig ihm diese Funktion eines Leitgewebes zugeschrieben, und er sagt über den Obturator bei Euph. myrsinitis:[1]) „Une disposition tout à fait analogue (wie bei Syringa vulgaris) existe dans l'Euphorbia myrsinitis. Les ovules anatropes pendants sont surmontés de véritables coussinets de tissu conducteur, qui recouvrent le micropyle.“ Tatsächlich wurden auch aufserhalb des Obturators nie Pollenschläuche gefunden.

1) Capus, Anatomie du tissu conducteur. Ann. d. sc. nat. 6. sér. 7. tom. 1878 pag. 243.

Die Art und Weise, wie der Zweck als Leitgewebe erfüllt wird, ist verschieden, wir können besonders vier Fälle bei den untersuchten Euphorbiaceen unterscheiden:

I. Der Obturator ist sehr massig entwickelt, er umgibt den ganzen Oberteil der Samenanlage, drängt sich sogar eine kurze Strecke weit zwischen die Integumente und sendet einen besonderen den Pollenschlauch leitenden Zellstrang durch Exostom und Endostom auf den Nucellus. Damit steht in Zusammenhang der Umstand, dafs der Nucellus nur in eine verhältnismäfsig kurze Spitze verlängert ist; der Embryosack liegt im Nucellargewebe unterhalb der Spitze. Diesen Typus zeigen vor allem die Arten von Euphorbia, Poinsettia, Adelia, Ricinus.

II. Der Obturator stellt immerhin noch ein sehr ansehnliches Gewebe dar, erreicht aber nur noch den obersten Teil der Samenanlage. Oben und seitlich sind haarförmige Schläuche, die Oberseite weist eine rinnenförmige Einsenkung auf. Die Obturatorschläuche dringen meist nicht in die Mikropyle ein. Dafür ist aber der Nucellus in eine sehr lange Spitze ausgezogen, die aus der Mikropyle heraustritt und in mehr oder weniger scharfer Krümmung, gegen die Placenta zu, sich in die Rinne fest hineinlegt. Der Embryosack ist tief im Nucellus gelagert, die Nucellusspitze dient hier gleichfalls als Leitorgan für den Pollenschlauch. Diese Form findet sich bei den Phyllanthusarten, ferner bei Dalechampia, Croton, Codiaeum, Crozophora.

III. Ein dritter Typus zeigt uns, wie Obturator und Nucellusverlängerung direkt aufeinander zuwachsen. Kommen sie mit ihren Enden miteinander in Berührung, so tritt eine Verzapfung der Zellen ein, die schliefslich zu einem scheinbar einheitlichen Gewebe übergeht, so dafs in späteren Stadien die Verwachsungsstelle nur schwer mehr zu finden ist. Diesen Typus zeigt Manihot.

IV. Es gibt auch Fälle, wo Obturator und Nucellusspitze nicht mehr direkt in Verbindung treten. Es mufs daher wieder ein Gewebe eingeschaltet werden, das den Pollenschlauch durch den Obturator bis zum Nucellus hinführt. Eine solche Einrichtung findet sich bei Mercurialis annua, wo das äufsere Integument eine grubenförmige Vertiefung zeigt, in welche sich der Obturator hineinschmiegt. Durch die ganze Dicke des äufseren Integuments bis zum Endostom, dessen äufsere Grenze die Nucellusspitze erreicht, findet sich ein besonderes Gewebe von langgestreckten reihenweise angeordneten Zellen, die einen förmlichen Leitungsstrang für den Pollenschlauch bilden.

Der Zweck, den Pollenschlauch zur Mikropyle zu leiten, wird also auf verschiedene Weise erreicht. Abhängig ist das nicht nur vom Obturator, sondern auch der Nucellus ist dabei beteiligt. Wo der Obturator das Leitungsgeschäft bis in die Mikropyle hinein besorgt, ist der Nucellus nur mäfsig verlängert. Wo aber ein Hineindringen des Obturators in die Mikropyle nicht statthat, mufs der Nucellus die Mikropyle verlassen und die Verbindung mit dem Obturator suchen, was oft eine sehr beträchtliche Verlängerung zur Folge hat.

Dafs diese Verhältnisse bestehen, bis eine Befruchtung erfolgt, ist ohne weiteres anzunehmen. In der Tat hat auch der Obturator seine gröfste Entwicklung erreicht zur Zeit der Befruchtungsfähigkeit, wie auch in dieser Epoche die Nucellusspitze am besten ausgebildet ist. Es ist darum nicht verwunderlich, wenn wir sehen, dafs nach erfolgter Befruchtung mit zunehmendem Wachstum des Embryo und der ganzen Samenanlage ein Schwinden des Obturatorgewebes und der verlängerten Nucellusspitze auftritt.

Noch eine andere Bestimmung des Obturatorgewebes und der Nucellusverlängerung haben wir zu besprechen.

Der Weg, den der Pollenschlauch von der Narbe bis zum Nucellus zurückzulegen hat, ist ein ziemlich langer. Die Pollenkörner können wohl kaum so viel Nährstoffe enthalten, dafs das Wachstum des Pollenschlauches bis zur Eizelle ermöglicht wird. Schon von Amici[1]), der das Austreten eines Pollenschlauches aus dem Pollenkorn zuerst beobachtete, ist die Frage aufgeworfen worden, woher die Pollenschläuche ihr Material für ihr Wachstum bezögen, und er vertritt die Meinung, das zur Cellulosebildung nötige Material werde von ihnen aus dem Leitungsgewebe bezogen.

Van Tieghem[2]) machte Kulturversuche mit Pollenkörnern, die ergaben, dafs sie zwar Schläuche im Wasser treiben können, aber aufhören zu wachsen, sobald alle Reservestoffe des Pollenkorns aufgebraucht sind; dagegen gelang es ihm, in Zuckerlösung lange Schläuche zu kultivieren und die gleiche Intensität des Wachstums hervorzubringen, wie es im Griffel erreicht wird. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dafs Nährstoffe für den Pollenschlauch notwendig sind. Die Frage ist nur die, woher kommen diese Stoffe?

Amici vertritt schon die Ansicht, dafs das Leitungsgewebe sie liefere. Von der Narbe ist es schon seit längerer Zeit bekannt, dafs ihre Papillen eine klebrige Flüssigkeit sezernieren, über deren che-

1) Annal. des sc. nat. 1830.

2) Annal des sc. nat. bot. sér. 5, tom. XII 1869 pag. 314.

mische Zusammensetzung Behrends neuerdings folgendes angibt: „Die Anilinreaktion zeigt stets Schleimsubstanzen an, es ist wahrscheinlich, dafs amyloidartige Stoffe und das Collagen in ihr vorkommen. Auch scheinen Gummi und Zucker und andere Kohlehydrate nicht zu fehlen.“ [1])

Auch Dalmer stellt sich auf den Standpunkt, den schon Capus vertreten hat, dafs das Leitgewebe die Nährstoffe liefere, und zwar geschieht dies durch Sekretion seitens der Epidermiszellen des Griffelkanals. Er fand ferner, dafs die Epidermiszellen der Placenta ebenfalls eine schleimige Flüssigkeit sezernieren, in welcher die Pollenschläuche bis zur Mikropyle hinwachsen, und auch das Auftreten von Stärke in den sezernierenden Zellen ist ihm nicht entgangen (bei Aristolochia Clematitis, Citrus aurantium, Euph. helioscopia etc.).

Sezernierende Zellen finden sich bei den Euphorbiaceen nicht blofs auf der Narbe, im Griffel, auf der Placenta, sondern auch im Obturatorgewebe vor, wie schon bei der Beschreibung der einzelnen Obturatoren angegeben worden. Besonders die zu langen Schläuchen ausgewachsenen Zellen, aber auch andere, oft nur papillenartig vorgewölbte Zellen sind dicht mit körnigem Inhalt angefüllt [2]) oder sie enthalten ölige Stoffe [3]) (les cellules sont remplies d'une goutelette d'huile sans granulations, ainsi que dans le Viola l'Euphorbia); meist sind es Schleimsubstanzen, wie die Reaktion mit Farbstoffen, besonders mit Rutheniumrot, ergab. Auch Stärkekörner fehlen zu Zeiten in manchen Zellen des Obturators nicht (Euph. helioscopia). Diese Anhäufung von Nährstoffen wäre ganz unbegreiflich, wenn der Obturator nur eine mechanische Funktion hätte. Damit, dafs derselbe auch zur Ernährung des Pollenschlauches dient, steht in Zusammenhang die Tatsache, dafs nach erfolgter Befruchtung das Gewebe zu schwinden beginnt; da aber die vom Pollenschlauch nicht mehr benötigten Reservestoffe anderweitig (zum Aufbau des Samens wohl) Verwendung finden, so geschieht dies Schwinden allmählich. Es werden vielleicht die Nährstoffe auf irgend eine Weise der reifenden Samenanlage zugeführt.

Auch die verlängerte Nucellusspitze hat, wie oben bemerkt, die Aufgabe eines Leitungsgewebes, sie mufs dieser Aufgabe um so mehr nachkommen, als der Embryosack ziemlich tief in den Nucellus eingelagert ist. („Die Embryosackanlage liegt hier [bei den Euphor-

1) Dalmer a. a. O. pag. 30.
2) Vgl. Botanical Gazette XXV, 1898, pag. 418.
3) Capus a. a. O. pag. 246.

biaceen: Euphorbia, Mercurialis] tief im Gewebe des Nucellus eingebettet, ähnlich wie das bei den Coniferen der Fall ist.")[1]) In der Spitze des Nucellus wurden denn auch nicht selten Pollenschläuche gefunden. Auch hier war es wieder Baillon,[2]) der eingehend die Nucellarverlängerung der Euphorbiaceen untersucht hat.

Diese Verlängerung ist, wie das Obturatorgewebe, keine bleibende Erscheinung; sobald sich nach Anlage des Embryo die Testa bildet, schwindet die Nucellusspitze mit fortschreitendem Wachstum des Samens sehr rasch. Am reifen Samen deutet nichts mehr darauf hin. Auch diese Wahrnehmung wurde schon von Baillon gemacht, wenn er schreibt:

„Le nucelle des Euphorbiacées présente souvent des phénomènes singuliers d'accroissement temporaire exagéré, et son sommet prend un développement excessif, pendant une période passagère qui répond à la fécondation." Über das spätere Schicksal des verlängerten Nucellus gibt Baillon keinen Aufschlufs.

Die Untersuchungen bei Euphorbia etc. haben gezeigt, dafs mit zunehmendem Wachstum des Embryo die Zellen der Nucellarspitze eigentümliche Veränderungen aufweisen. Ihr Inhalt wird aufgebraucht (bei Manihot verschwindet die enorme Menge von Stärke ziemlich rasch), die Zellwände lösen sich auf und auch ihre Stoffe verschwinden. Nach der Befruchtung hat die Nucellarspitze ihre Bestimmung erfüllt und die hiefür aufgewendeten Stoffe dienen zum Wachstum der Samenanlage.

Von Crozophora tinctoria behauptet Baillon, dafs der spatelförmige Nucellusfortsatz erhalten bleibe und sich über die Mikropyle lege, so dafs er auch am reifen Samen als fleischiger Lappen nach aufsen wahrnehmbar ist. Es ist dieser Lappen aber nichts anderes als die aus dem äufseren Integument entstandene Caruncula; die Nucellusverlängerung bleibt allerdings sehr lange erhalten, schwindet aber schliefslich doch.

Übersicht.

Als Resultat der Untersuchungen ergibt sich folgendes:

1. Der Obturator entsteht aus zwei Teilen, die je dem Rande eines und desselben eingebogenen verwachsenen Fruchtblattes entspringen; durch Verwachsung beider Hälften im Verlauf der Ent-

---

1) Goebel, Entwicklungsgeschichte pag. 407.
2) Baillon a. a. O. pag. 164 ff.

wicklung entsteht ein einheitliches Organ. Dieses schiebt sich als Leitungsgewebe für den Pollenschlauch zwischen Placenta und Nucellus ein. Eine weitere Aufgabe kommt ihm dadurch zu, dafs es auch für die Ernährung des Pollenschlauch zu sorgen hat.

Beim reifen Samen (schon beim befruchteten) ist diese Funktion überflüssig geworden, daher schwindet der Obturator nach der Befruchtung allmählich bis auf eine kleine Stelle, wo er entspringt. Dieser wulstförmige Rest des Obturators gehört immer der Placenta an, nie dem Samen.

Der Obturator fehlt keiner der untersuchten Euphorbiaceen.

2. In direkter Korrelation zum Obturator steht der Nucellus. Nucellusspitze und Obturator treten bis nach erfolgter Befruchtung in innigste, meist direkte Verbindung.

Daher ist der Nucellus oft bedeutend verlängert. Teils tritt er mit dem Obturator in innige Berührung, teils verschmilzt er mit ihm völlig. Wo dies nicht der Fall ist, findet sich dazwischen ein eigenes Leitgewebe (Mercurialis).

Nach der Befruchtung, wo er auch als Leitgewebe für den Pollenschlauch gedient hat, schwindet auch die Nucellarverlängerung.

3. An der Basis des Nucellus findet sich meist Nährgewebe; am reifen Samen liegt der Öffnung in der Samenschale, wo vor deren Ausbildung das Gefäfsbündel eintrat, eine besondere Verschlufsplatte auf.

4. Die Caruncula gehört dem Samen an, findet sich völlig ausgebildet erst am reifen Samen; sie ist entstanden aus dem äufseren Integument und dient zunächst zur Loslösung der Samen von der Placenta. Vielleicht vergröfsert sie auch die Kraft, mit der die Samen ausgeschleudert werden. Auch dient sie zur Verbreitung der Samen durch Tiere: Ameisen.

Die vorliegende Arbeit wurde im pflanzenphysiologischen Institut zu München unter Leitung des Herrn Professors Dr. K. Goebel ausgeführt.

Für seine mir in liebenswürdigster Weise stets zuteil gewordene Unterstützung, sowie für die Beschaffung des nötigen Materials gestatte ich mir, meinem hochverehrten Lehrer meinen verbindlichsten Dank an dieser Stelle auszusprechen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: 94

Autor(en)/Author(s): Schweiger Josef

Artikel/Article: Beiträge zur Kenntnis der Samenentwicklung der Euphorbiaceen 339-379