Voigt, Albert, 1858-

Ueber den bau und die entwicklung des
samens und des samenmantels von *Myristica*
fragrans. Göttingen, Dieterichsche univ.-
buchdruckerei, 1885.

QK
701
V89X
Bot.

701
V89X
BOT
Ueber den Bau und die Entwicklung

des

Samens und des Samenmantels

von *Myristica fragrans*.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

an der

Georg-Augusts-Universität

zu Göttingen

vorgelegt von

Albert Voigt

aus Immenrode.

Göttingen 1885.

Druck der Dieterichschen Univ.-Buchdruckerei.

W. Fr. Kaestner.

JAN 24 1934

583.1146

.V89

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf die, durch die Muskatnuss und Muskatblüte allbekannte *Myristica fragrans*. Diese Pflanze ist, wie alle übrigen *Myristiceen*, diöcisch. Ihre weibliche Blüte¹⁾ hat ein einfaches, oben in drei gleiche Zipfel geteiltes Perigon. Einer von diesen steht median rückwärts. Die Blütenhülle umschliesst einen freien, einfächerigen, einblättrigen, ungefähr kegelförmigen Fruchtknoten von 2—3 mm Quer- und 5—6 mm Längsdurchmesser, mit einer von dem Blütendeckblatt abgewandten, der Länge nach verlaufenden Naht, die sich an der Spitze verbreitert, um sich hier mit Narbenpapillen zu bedecken.

Der Fruchtknoten wächst zu einer birnförmigen Frucht von mehr als 55 mm Quer- und 60 mm Längsdurchmesser heran, die sich bei der Reife durch Naht- und Mittelteilung öffnet, wodurch das fleischige Pericarp in zwei symmetrische Hälften zerlegt wird. Er enthält ein einziges, fast sitzendes und beinahe basal inseriertes, anatropes Ovulum. Dieses ist im allgemeinen rundlich, nur am Chalazaende etwas zugespitzt, und hat zur Zeit der Blütenöffnung einen Durchmesser von 0,7 bis 0,8 mm.

1) Baillon, Histoire des plantes. 1870. v. 2. p. 498.

„ Adansonia, Tome V. p. 177. Sur la fleur femelle du Muscadier.

Seine Integumente sind von sehr verschiedener Entwicklung, die Insertion des sehr kurzen inneren von der des äusseren eine beträchtliche Strecke weit entfernt, sodass der basale Teil des Nucellus, unterhalb seiner Insertion gelegen, direkt ans äussere Integument stösst. Das Mikropyleende ist nicht genau abwärts gerichtet, sondern etwas nach vorn gewandt, sodass es mit der Carpellnaht einen ziemlich beträchtlichen Winkel bildet. Dieses Ovulum entwickelt sich zu einem hartschaligen, ovalen Samen von etwa 22 mm Quer- und 27 mm Längsdurchmesser, dessen Längsachse mit derjenigen der Frucht ungefähr zusammen fällt. Zwischen diesem Samen und dem Pericarp findet sich der Samenmantel in Form einer dem ersteren am Hilumende mit verhältnismässig kleiner Fläche ansitzenden, fast bis zur Basis zerschlitzten, fleischigen, rot gefärbten Hülle.

Über den Samen nun, sowohl in seiner vollen Entwicklung, als auch in seinen Jugendstadien, ist bis jetzt äusserst wenig veröffentlicht worden. Ich fand in der Literatur nur wenige Angaben über den Bau des jungen Ovulums ¹⁾, dann weiterhin die rein praktischen Zwecken dienende Schilderung des reifen Samens und seiner Anatomie, soweit sie aus dem Querschnitt zu entnehmen ²⁾. Nun aber zeigt der Samen mancherlei interessante Eigentümlichkeiten, deren Verständnis nur das Studium seiner Entwicklung ermöglicht. Mit letzterer wird sich daher der erste Teil dieser Arbeit beschäftigen.

Was dann den Samenmantel betrifft, so ist zwar der Bau desselben ziemlich gut bekannt, und es giebt auch eine sehr reichliche Literatur über seine Entstehungs-

1) Baillon, l. s. c.

2) Berg, Anatomischer Atlas zur pharmazeutischen Warenkunde, p. 95, tb. XXXVIII.

weise ¹⁾, doch weichen die Ansichten der betreffenden Autoren über letztere so sehr von einander ab, dass eine nochmalige Behandlung dieses Punktes nicht überflüssig erscheint. Deswegen mag in dem zweiten Teil dieser Abhandlung die Entwicklung des Arillus behandelt werden.

Auf eine erschöpfende Behandlung dieser beiden Punkte macht nun diese Arbeit keinen Anspruch. Sie beschränkt sich bezüglich der Samenentwicklung wesentlich auf die Betrachtung des sog. Endospermium ruminatum, vernachlässigt die Details der im Embryosack sich abspielenden Entwicklungsvorgänge, da diese zunächst kein besonderes Interesse bieten. Bezüglich des Arillus sucht sie durch erneute Beobachtungen fest zu legen, welche der verschiedenen, von den Autoren geäußerten Ansichten darüber die richtige ist.

Bevor nun speziellere Erörterungen begonnen werden sei noch einiges gesagt über verschiedene der Kürze wegen verwendete Bezeichnungsweisen, sowie über das Material und dessen Behandlung:

Da, wo in Bezug auf das Ovulum und den Samen Ausdrücke, wie „oben“ und „unten“, „Basis“ und „Spitze“, gebraucht werden, ist stets das Chalazaende als unten und das Mikropyleende als oben befindlich betrachtet, obwohl, da das Ovulum anatrop, die Stellung im Fruchtknoten umgekehrt ist. Da, wo von einer Längsachse des Ovulums und Samens die Rede ist, wird dieselbe von der Chalaza nach der Mikropyle zu angenommen. Die Seite des Ovulums, an der die Raphe verläuft, ist als Hinterseite, die entgegengesetzte als Vorderseite bezeichnet. Unter dem Symmetrieschnitt ist der durch die Mikropyle

1) Siehe unten.

und durch die Mittellinie der Raphe gehende, das Ovulum in zwei symmetrische Hälften zerlegende Schnitt verstanden. Die Bestimmung des relativen Alters der verschiedenen Stadien wird durch den „medianen Querdurchmesser“, d. h. den grössten Durchmesser dieses Symmetrieschnitts, rechtwinklig zu der Längsachse des Ovulums, gegeben. Dieser gerade und nicht etwa der Längsdurchmesser wurde dazu gewählt, weil er ebenso wohl an mittleren Querschnitten, als am unverletzten Ovulum gemessen werden kann.

Auf absolute Genauigkeit machen diese Grössenangaben zwar keinen Anspruch, doch erfüllen sie ihren Zweck, weil es sich hier nur um die Unterscheidung ziemlich auseinander liegender Stadien handelt, und weil gleich weit vorgeschrittenen Entwicklungszuständen nicht immer genau gleiche Dimensionen entsprechen.

Das untersuchte Material bestand in den verschiedensten, ohne grosse Zwischenräume auf einander folgenden Entwicklungsstadien, von der noch geschlossenen Blüte an bis zur reifen Frucht, vom Herrn Professor Grafen zu Solms Laubach im Winter 18⁸³/₈₄ bei seinem Aufenthalt in Buitenzorg gesammelt, in frischem Zustande in absoluten Alkohol gebracht und hierin bis zur Zeit der Untersuchung conserviert, ferner in reifen Samen, welche sich in der Sammlung des hiesigen botanischen Gartens in Alkohol conserviert, vorfanden, sowie schliesslich in getrockneten Samenkernen und Samenmänteln, wie sie unter den Namen Muskatnuss und Muskatblüte in den Handel kommen.

Die Untersuchung der jungen Ovula geschah einmal in der Weise, dass sie, noch im Fruchtknoten eingeschlossen, in Schnitte, namentlich parallel zur Symmetrieebene, aber auch in den verschiedenen anderen

Richtungen, zerlegt wurden. — Man erhält den Symmetrieschnitt, wenn man den Fruchtknoten in der durch die Naht gegebenen Richtung schneidet. — Ferner wurde eine Anzahl derselben frei präpariert, um von aussen betrachtet und dann in Paraffin eingebettet oder aus freier Hand in Schnitte zerlegt zu werden. An den älteren Ovulis und an reifen Samen wurde ausserdem zu bestimmten Zwecken Maceration mit Schulzescher Flüssigkeit in Anwendung gebracht.

I. Der Samen.

Die Oberfläche des reifen Samens, dessen äussere Form und Dimensionen vorhin schon angegeben, ist im allgemeinen dunkelbraun und glänzend; an dem Hilumende jedoch befindet sich ein kleines längliches, in der Richtung des Symmetrieschnitts gestrecktes, in der Mitte etwas eingeschnürtes Feld von hellerem und matterem Aussehen. Es ist dies das Insertionsfeld des Samensmantels. Dasselbe umschliesst an seinem hinteren Abschnitt das etwa kreisrunde Hilum; in seinem vorderen entdeckt man, nachdem das obere, ziemlich lockere Gewebe mit der Nadel etwas entfernt ist, eine feine, dunkle Erhebung, welche, was gleich gesagt sein mag, von der Spitze des inneren Integuments gebildet und demgemäss von dem engen Endostomkanal durchsetzt wird. Die glatte Oberfläche des Samens ist mit einem reich verzweigten Adernetz gezeichnet, dessen Hauptstämme sich in verschiedener Höhe an die ziemlich breite Raphe anschliessen. Ferner weist sie breite, streifenförmige Vertiefungen auf, welche durch den Druck der Mantellappen entstanden sind.

Der Samen ist zusammengesetzt aus einer starken, sehr compliciert gebauten Testa, einem massigen Endospermkörper und einem verhältnismässig winzigen Embryo.

An der Testa sind zunächst, schon makroskopisch, drei verschiedene Schichten zu unterscheiden, die als Aussen-, Mittel- und Innenschicht bezeichnet sein mögen. Die erstere und die letztere bestehen im wesentlichen aus einem vielschichtigen, verhältnismässig lockeren, von Gefässbündeln durchzogenen Parenchym; die Mittelschicht wird aus wenigen Zellagen zusammengesetzt, deren Elemente eine eigentümliche, die Stärke der Testa hauptsächlich bedingende Ausbildung erfahren haben.

Die Aussenschicht schliesst auswärts mit einer aus kurz prismatischen oder dick plattenförmigen, polygonalen Elementen bestehenden Epidermis, nach innen mit einer einfachen Lage radial gestellter, seitlich lückenlos verbundener, kürzerer oder längerer prismatischer Zellen. Das dazwischen liegende lockere Parenchym zeigt Zellen, die in radialer Richtung wenig zusammen gedrückt, zum teil farblos und dann völlig mit einfachen Stärkekörnern angefüllt, zum teil aber mit einer rotbraunen Inhaltsmasse versehen sind. Diese letzteren gebräunten Parenchymzellen sind meist zu tangential verlaufenden, das farblose Gewebe durchsetzenden Lagen angeordnet. Von den Gefässbündeln dieser Schicht gehört eines, welches sehr mächtig, der Raphe an, während die übrigen, bedeutend schwächer, das an der Samenoberfläche sichtbare Adernetz bilden.

Die Mittelschicht besteht, wenn von der Nachbarschaft der Chalaza, wo eine Abweichung statt findet, vorläufig abgesehen wird, aus drei sehr verschiedenen, im allgemeinen einfachen Zellagen. Deren äussere wird

aus langen, dünnen, prismatischen, palissadenartig zusammenschliessenden Zellen gebildet, deren Membranen wenig und gleichmässig verdickt sind. Dieselbe ist meist nur eine Zelle stark; nur hier und da findet man Palissaden, die sich aus zwei oder mehreren über einander stehenden Zellen zusammen setzen. Sie ist auf der Innenseite mit unregelmässig verteilten und unregelmässig geformten Vertiefungen versehen, in welche entsprechende Erhebungen der anstossenden Lage eingreifen. Diese Vertiefungen kommen dadurch zu stande, dass die Zellen an den betreffenden Stellen entsprechend kürzer sind, sie treten um so schärfer hervor, als die kürzeren Elemente einen rotbraunen Inhalt zeigen, während die übrigen farblos sind. Die Länge der Zellen ist so beträchtlich, dass diese Lage an den stärkeren Stellen häufig noch etwas dicker ist, als die ganze Aussenschicht.

Die hierauf folgende Lage ist überall nur eine Zelle stark, sie besteht gleichfalls aus lückenlos verbundenen, langen, dünnen, prismatischen Palissaden, die etwas breiter und beträchtlich länger sind, als die der eben betrachteten Lage. Ihre in die Vertiefungen der letzteren eingreifenden Vorsprünge kommen durch entsprechende Verlängerung der betreffenden Zellen zu stande. Sie ist an vielen Stellen etwa dreimal so stark, als der ganze von ihr auswärts gelegene Teil der Testa. Ihre Zellwände sind stark verholzt, gelbbraun und, namentlich die Seitenwände, sehr stark und sehr unregelmässig verdickt, sodass nur äusserst enge, unregelmässig gewundene, spaltenförmige, nur an den Zellenden etwas erweiterte Lumina erhalten bleiben. In diesen befinden sich einzelne grosse Krystalle von Calciumoxalat, welche derart von der Wand eingeklemmt erscheinen, dass, nachdem sie selbst durch Auflösung entfernt, gleich geformte Hohlräume erübrigen.

Die innerste dieser drei Lagen der Mittelschicht, gleichfalls überall nur eine Zelle stark, besteht aus tangential und ihrer Hauptrichtung nach longitudinal gestreckten, in radialer Richtung wenig abgeplatteten, meist etwas gebogenen, faserförmigen Zellen, welche mit den mehr oder weniger stark zugespitzten Enden zwischen einander geschoben, seitlich lückenlos zusammenschliessen. Die Wände derselben sind stark verdickt und verholzt und mit zahlreichen, nach aussen erweiterten Tüpfelkanälen versehen. Hin und wieder tritt an ihre Stelle eine kleine Gruppe plattenförmiger, polygonaler Zellen, deren Wände gleichfalls stark verdickt und verholzt sind. — Diese drei Lagen der Mittelschicht der Testa bezeichnen wir in Folgendem der Kürze wegen als Nebenpalissaden —, Hauptpalissaden — und Faserlage.

In einer ringförmigen, die Chalaza unmittelbar umgebenden Zone findet nun insofern eine Abweichung statt, als hier an Stelle der fehlenden Faserlage zwei weitere Palissadenlagen treten, deren äussere den Charakter der Haupt-, deren innere den der Nebenpalissaden zeigt.

Zum besseren Verständnis sei hier gleich darauf eingegangen, aus welchen Elementen die ganze Mittelschicht der Testa entsteht: Es beteiligen sich daran nur epidermale und subepidermale Zellen und zwar erstens die Elemente der ganzen Epidermis, welche die Spalte zwischen dem äusseren Integument und dem Nucellus bzw. dem inneren Integument auskleidet, sodann die subepidermalen Zellen an der ganzen Innenseite des äusseren Integuments und schliesslich die in einer schmalen, die Chalaza unmittelbar umgebenden, ringförmigen Zone gelegenen subepidermalen Zellen des Nucellus. — An der

ganzen Innenseite des äusseren Integuments und am Nucellus, soweit jene ringförmige Zone reicht, bekommen die subepidermalen Zellen den Charakter der Aussenpalissaden, die Epidermiszellen den der Hauptpalissaden. Weiter oben am Nucellus, sowie an der Aussenseite des inneren Integuments entwickelt sich die Epidermis zur Faserlage, die subepidermalen Zellen beteiligen sich nicht mehr an der Bildung der Mittelschicht. Faserlage und Hauptpalissadenlage sind also nur verschiedenartig ausgebildete Abschnitte der die Kühle zwischen äusserem Integument und Nucellus bzw. innerem Integument auskleidenden Epidermis. — Zwischen den Aussenpalissaden und den nicht in der betreffenden Weise ausgebildeten Elementen derselben Zellage findet ein allmählicher Übergang statt, indem die Zellen immer kürzer werden, bis sie in die erwähnten, nicht mehr zur Mittelschicht zu rechnenden Subepidermalzellen des Nucellus übergehen. — Da, wo die Nebenpalissaden von dem äusseren Integument auf den Nucellus übergehen, weichen sie sehr stark von der Normalform ab und sind in radialer Richtung stark abgeplattet. Sie zeigen sich hier sämtlich mit rotbraunem Inhalt erfüllt. — Auch die Elemente der Hauptpalissadenlage sind in der Umbiegungskehle abweichend geformt, sind auswärts keilförmig verbreitert und fächerförmig angeordnet. Der Übergang der Hauptpalissaden- in die Faserzellen erfolgt ziemlich plötzlich unter starker Auskeilung, indem die Übergangsregion nur wenige Zellen umfasst. — An der Chalaza zeigt die Mittelschicht der Testa nur eine sehr enge Durchbrechung, welche ziemlich kreisrund ist und fast völlig von dem von der Raphe in den Nucellus eintretenden Gefässbündel ausgefüllt wird. Andererseits weist an der Spitze des Samens die Hauptpalissadenlage eine runde

Durchbrechung auf. Dieselbe wird ausgefüllt von dem noch etwas daraus hervortretenden Ende des zylinderförmig ausgezogenen inneren Integuments.

An der Innenschicht der Testa sind wieder zwei verschiedene Lagen zu unterscheiden. Deren äussere, durchschnittlich etwa von der Stärke der Hauptpalissadenlage, ist völlig frei von Gefässbündeln und besteht im wesentlichen aus verhältnismässig grossen, meist stark verdrückten, teils farblosen, teils gebräunten parenchymatischen Zellen. Die innere, beträchtlich schwächere Lage, im allgemeinen viel kleinzelliger, als jene, im conservierten Material von bräunlicher Färbung und daher schon dadurch scharf abgesetzt, besteht im allgemeinen aus einem Gewebe, von verhältnismässig kleinen polyedrischen Zellen, welches von zahlreichen, annähernd tangential verlaufenden Gefässbündeln durchzogen ist. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass sie ihrer Haupterstreckung nach eigentümliche Vorsprünge tief in das Sameninnere entsendet, in welche Zweige dieser Gefässbündel eintreten. Neben diesen zeigen dieselben im kleinzelligen Gewebe noch grosse gerundete, ätherisches Öl enthaltende Zellen. Ihrer Form nach stellen sie stark wellig gebogene, hier und da verzweigte Platten dar, welche ziemlich rechtwinklig in den Endospermkörper vorspringend, unterwärts fast bis zu dessen Mitte reichen, im oberen Teil des Samens aber weniger weit vordringen.

Ihre Basalstücke verlaufen annähernd in der Längsrichtung des Samens und anastomosieren mit einander zu einem unregelmässigen Netzwerk, welches im grossen und ganzen der Anordnung der Stränge des in der Innenschicht der Samenschale gelegenen Gefässbündelsystems entspricht.

An einem äusserst winzigen Gebiet an der Spitze

des Samens findet sich eine bedeutende Abweichung von dem eben beschriebenen Verhalten. Es fehlen hier nämlich sowohl die geschilderten Vorsprünge, als auch die Gefässbündel, und zwar endigen beide nicht in gleicher Höhe, sondern die letzteren erstrecken sich noch ein wenig weiter als die ersteren nach oben. Sodann weichen die Zellen der Innenlage hier von denen der äusseren an Grösse und Form nur wenig ab, sodass die Erkennbarkeit beider nur noch durch die dunklere Färbung der inneren Partie bedingt wird. — Zum besseren Verständnis wollen wir hier, wie bei der Mittelschicht, in Kürze auf die Entwicklung eingehen: An der Spitze des Samens, soweit die erwähnten Vorsprünge fehlen, besteht die ganze Innenschicht im wesentlichen aus dem innern Integument, und nur in der untersten Region dieses Gebiets beteiligt sich an ihrer Bildung die Spitze des Nucellus in Form einer nach oben zu sich schnell auskeilenden Lage. Soweit dagegen die Vorsprünge reichen, haben wir es nur mit dem basalen, unterhalb der Insertion des inneren Integuments gelegenen Anteil des Nucellus zu thun. Das innere Gefässbündelsystem durchzieht nun nicht nur diesen ganzen unteren Nucellusteil, sondern tritt noch etwas in das innere Integument ein, sodass seine Stränge deshalb etwas weiter hinaufreichen als das die Vorsprünge zeigende Areal. — Diese Verhältnisse sind zwar am reifen Samen so sehr verwischt — namentlich infolge der engen Verwachsung zwischen dem inneren Integument und dem Nucellus —, dass jemand, der nur den fertigen Zustand untersuchte, dieselben schwerlich erkennen würde; doch geht das Gesagte aus der Vergleichung mit jüngeren Entwicklungsstadien unzweifelhaft hervor.

Die innere Grenze der Innenschicht der Testa wird ringsum von einer farblosen, festen Lage bis zur Un-

kenntlichkeit deformierter, verdrückter Zellen gebildet, welche mit den anstossenden Endospermzellen fest verwachsen ist.

Der von dieser so compliciert gebauten Testa umschlossene Raum wird völlig von dem Endosperm und dem Embryo eingenommen.

Das erstere zeigt sich makroskopisch als ein von den Vorsprüngen der Testa stark zerklüfteter, im allgemeinen rötlich weisser, hier und da mehr oder weniger stark gebräunter, ziemlich fester Körper. Dieser lässt auf den Schnitten unregelmässig gewundene, häufig in sich selbst zurücklaufende Linien erkennen, welche bei auffallendem Licht dunkler, bei durchfallendem Licht heller als die Umgebung erscheinen, und längs derer die Schnitte leicht in Stücke zerfallen. Diese Linien sind die Durchschnitte eines spaltenförmigen Raumes — des Restes des Embryosacklumens —, welcher der unregelmässigen Oberfläche des Endospermkörpers gleichlaufend, letzteren in vielfachen Windungen durchsetzt, und welcher dadurch so scharf hervortritt, dass die an ihn anstossenden Zellen ein von dem der übrigen abweichendes, mehr jugendliches Aussehen zeigen, zartwandiger und nicht so sehr mit Reservestoffen angefüllt sind, als diese.

Die Endospermzellen sind ziemlich dünnwandig, von polyedrischer Form, an einigen Stellen, namentlich an der Spitze des Samens, mehr oder weniger abgeplattet. Grösstenteils enthalten sie neben grossen Mengen von zusammengesetzten Stärkekörnern eiweissartige Körper und Fett. Sodann aber sind viele Zellen, namentlich die in der Nähe des Embryos gelegenen, fast völlig von einem rotbraunen, gerbstoffhaltigen Inhalt mit eingeschlossenen Stärkekörnern angefüllt. Schliesslich sei noch erwähnt,

dass sich in den meisten Zellen einzelne, auffallend grosse und gut ausgebildete Eiweisskrystalloide vorfinden. Diese sind zwar in den käuflichen Muskatnüssen stark deformiert, um so schöner aber in den in Alkohol konservierten Samen erhalten. In diesen sind sie durch gespeicherte Farbstoffe gelbbraun gefärbt, infolge dessen sie sehr scharf hervortreten. — Auf die Inhaltsmassen der Endospermzellen, deren genaue Schilderung sehr ausgedehnte Untersuchungen erfordern würde, näher einzugehen, würde zu weit von dem Plane dieser Arbeit abführen.

Der verhältnismässig winzige Embryo zeigt zwei zu einem am Rande stark welligen Becher vereinigte Cotyledonen, ein kurzes, dickes, kegelförmiges hypocotyles Achsenglied und einen noch kürzeren und dickeren Stammscheitel. Er liegt, mit dem Wurzelende die Samenschale berührend, in der oberen, von den Testavorsprüngen freien Region des Endospermkörpers. Im übrigen ist er derart vom Endosperm eng umschlossen, dass seine, an ihrer Basis ziemlich dicken, am Rande aber dünn auslaufenden Cotyledonen wie Keile in die beschriebene, den restierenden Hohlraum des Embryosackes darstellende Spalte eingeschoben erscheinen.

Trocknet der so gebaute Samen ein, so sondert er sich durch Zerreißen des Gewebes der Innenschicht in den Kern und die harte Schale. Solange der Austrocknungsprozess noch nicht allzu sehr vorgeschritten, ist die Oberfläche des Kernes makroskopisch ziemlich glatt, hat er jedoch, wie es bei den käuflichen Muskatnüssen der Fall, einen höheren Grad erreicht, so fällt sie an den Basalarealen der Testavorsprünge stark ein, und es entstehen dort starke Furchen, welche in derselben Weise, wie besagte Areale, mit einander anastomosieren. Dasselbe hat statt an der Chalaza; es kommt an dieser zu

einer grubenförmigen Einsenkung. — An solchen Muskatnüssen ergibt ein kleines an der Spitze gelegenes, von Furchen freies Feld schon bei der Betrachtung von aussen, wie weit etwa die Testa frei von Vorsprüngen ist, wie weit sich also ungefähr das innere Integument erstreckt. Dieses Feld ist stets etwas eingesunken, weil der Embryo und das benachbarte Gewebe mehr oder weniger zerstört und gewöhnlich von Schimmelpilzen durchwuchert sind.

Bei der Entwicklung des Ovulums zu diesem so compliciert gebauten Samen finden beträchtliche Veränderungen in der Form und der gegenseitigen Lage seiner einzelnen Teile statt. Diese werden jetzt in Kürze zu betrachten sein: Die jüngsten mir zu Gebote stehenden Ovula, solche von etwa 0,7 mm medianem Querdurchmesser, stammen aus noch geschlossenen Blüten, sind also sicher noch unbefruchtet. In diesem Stadium zeigt das Ovulum einen im Verhältnis zu seiner Grösse mächtig entwickelten Funiculus und zwei dicke Integumente, gegen die der Nucellus sehr zurücktritt. Die beiden Integumente sind ungefähr gleich dick, doch läuft das äussere am verhältnismässig weiten, kreisrunden und sehr scharf umgrenzten Exostom dünn aus, während das innere, oben zylinderförmig ausgezogen, ziemlich stumpf endigt. Sie schliessen ungefähr in gleicher Höhe ab, sodass die Mikropyle von dem inneren Integument allein gebildet wird. Dieselbe ist nach innen zu ziemlich eng, auswärts aber trichterförmig erweitert. Es ist ferner das äussere Integument an der Rapheseite nicht ganz bis zum Exostom mit dem Funiculus verwachsen, sodass es frei rings um das Exostom herumgreift. Damit hängt zusammen, dass die Richtung von der Chalaza nach dem Hilum, von der Längsachse des Ovulums um einen ziemlich

beträchtlichen Winkel, einen solchen von etwa 30° , divergiert. Das äussere Integument ist dicht an der Chalaza inseriert, sodass es von letzterer und vom Exostom abgesehen, das Ovulum völlig einhüllt. Die Insertion des inneren dagegen befindet sich etwa in halber Höhe zwischen beiden, sodass, wie schon erwähnt, ein beträchtlicher, etwa halbkugeliger Teil des Nucellus, der weiterhin als Nucellusunterteil bezeichnet werden soll, unmittelbar an das äussere Integument stösst. Nur die verjüngte Nucellusspitze wird von dem inneren Integument umhüllt. Dieselbe bildet in diesem Stadium einen ziemlich schlanken, oben, dicht unterhalb der Mikropyle, etwas abgerundeten Kegel, dessen Höhe etwa das Doppelte vom Durchmesser der Basis beträgt. Er ist, soweit er das innere Integument berührt, mit Ausnahme also seiner äussersten Spitze, fest mit demselben verwachsen. Das äussere Integument liegt in diesem Stadium dem Nucellus, bzw. dem inneren Integument noch locker an.

Der Embryosack, von der Form einer dickbauchigen Flasche, ist in dem Nucellusoberteil gelegen, mit dem Halsteil der Mikropyle zugewandt. Das ihn seitlich und oben umhüllende Gewebe kommt an Stärke dem inneren Integument etwa gleich. Unterwärts schliesst er ungefähr in der Höhe der Insertion des inneren Integumentes ab.

Zum Verständnis der mit dem Wachstum des Ovulums vor sich gehenden Veränderungen in der Form und gegenseitigen Lage der einzelnen Teile müssen wir hier gleich auf die Gewebsbeschaffenheit des Nucellus und des inneren Integumentes eingehen: Wir unterscheiden Dauergewebe und Meristem. Im inneren Integument findet sich letzteres nur an der Innenseite, im Nucellusoberteil nur an der Aussenseite und zwar in beiden Fällen

nur an der Basis in Form einer sich oben auskeilenden dünnen Schicht. Unterhalb der Insertion des inneren Integumentes zusammen schliessend, setzt sich dieses Meristem in den Nucellusunterteil fort, fast seine ganze Substanz ausmachend und nach aussen nur eine Dauergewebsschicht von etwa der Stärke des inneren Integumentes frei lassend. An der Chalaza schliesst es sich an das Ende des Raphegefässbündels an, nach oben reicht es nicht ganz bis an die Grenze des Embryosackes. Dieser letztere ist also rings von Dauergewebe umgeben. Die ihm unmittelbar benachbarten Zellen zeichnen sich durch starke Verquellung ihrer Wände, durch beginnende Zerstörung aus.

Vergleicht man nun mit diesem Ovulum die weiteren Entwicklungsstadien, so sieht man, dass mit dem Wachstum folgende Veränderungen vor sich gehen: Der Funiculus und die Integumente treten mehr und mehr gegen den Nucellus zurück. Der Abstand zwischen dem Hilum und dem Exostom vergrössert sich im Verhältnis zum ganzen Ovulum fast garnicht, womit zusammenhängt, dass der Winkel, welchen die Längsachse des Ovulums mit der Richtung von der Chalaza nach dem Hilum bildet, allmählich kleiner wird. Der Nucellusoberteil und das innere Integument wachsen in der Längsrichtung des Ovulums bedeutend weniger, als in der Querrichtung, was daran zu erkennen ist, dass der vom Nucellusoberteil gebildete Kegel immer stumpfer wird. — So ist der Durchmesser der Basis dieses Kegels, der bei dem zuerst betrachteten Stadium, wie wir gesehen haben, etwa die Hälfte der Höhe ausmacht, bei einem Ovulum von ca. 1,3 mm ungefähr gleich der letzteren, bei einem solchen von 1,7 mm etwa doppelt und bei einem solchen von 2,3 mm annähernd dreimal so gross. — Die Form des Nucellusoberteils wird ferner dadurch allmählich bedeutend ver-

ändert, dass er von aussen ein wenig eingeschnürt wird, sodass seine Profillinie concav ausgeschweift ist. Dieser Einschnürung, welche etwas oberhalb der Basis am stärksten ist, entspricht eine Anschwellung des inneren Integumentes. Alles dieses wird zuerst an einem Ovulum von etwa 1,7 mm bemerklich, ist aber an einem solchen von 2,0 mm schon sehr auffällig. — Der Nucellusunterteil wächst nach allen Richtungen ziemlich stark, doch nicht so sehr in der Quer- als in der Längsrichtung. So ist der Längsdurchmesser, welcher bei dem Ausgangsstadium etwa die Hälfte des Querdurchmessers beträgt, bei einem Ovulum von 2,5 mm dem letzteren schon ungefähr gleich. — Der grösste Querdurchmesser des Ovulums liegt anfangs ungefähr in der Höhe der Insertion des inneren Integumentes, er wird aber, da das Wachstum unterhalb dieser Region auch in der Querrichtung bedeutend stärker ist als oberhalb derselben, allmählich nach unten verschoben und zwar so, dass er sich immer ungefähr in der Mitte zwischen dem Exostom und der Chalaza befindet. — Dadurch, dass das Wachstum des Nucellusoberteils und des inneren Integumentes so sehr hinter dem des Nucellusunterteils zurücktritt, kommt es schliesslich dahin, dass jene, wie wir gesehen haben, im reifen Samen auf ein äusserst winziges Gebiet an seiner Spitze beschränkt sind.

Der Embryosack, welcher unter gleichzeitiger Resorption der ihm benachbarten Zellen wächst, erweitert sich ungefähr in derselben Masse, wie der Nucellus, und zwar auch in demselben Sinne, wie dieser, in den verschiedenen Richtungen ungleich stark. Schon bei einem Ovulum von 1,3 mm tritt er etwas in den Nucellusunterteil ein und befindet sich bereits bei solchen von 1,7, 2,0 und 3,0 mm bezüglich mit mehr als der Hälfte, mit

etwa $\frac{2}{3}$ und etwa $\frac{8}{9}$ seiner Länge in demselben. Zugleich wird seine ursprüngliche Form bald bedeutend verändert, indem der Halsteil gegen den Bauchteil immer mehr zurücktritt. — An der Spitze des Nucellusoberteils findet die Resorption der Zellen zwar äusserst langsam, doch stetig statt, und es wird daher, da hier kein Meristem für die Ersetzung der resorbierten Zellen sorgt, das den Embryosack vom inneren Integument trennende Gewebe, bis auf geringe, fast unkenntliche Reste aufgezehrt. Weiter abwärts im Nucellusoberteil sowohl, als auch im ganzen Nucellusunterteil, wird das Gewebe nicht nur nicht vermindert, sondern beträchtlich vermehrt, indem die Meristemschicht nach aussen und nach innen stets neues Dauergewebe erzeugt. Das nach aussen abgegebene bleibt erhalten, während das andere successive vom wachsenden Embryosack resorbiert wird.

Während anfangs die ganze innere Partie des Nucellusunterteils von Meristem eingenommen wird, bildet letzteres später, nachdem der Embryosack in diesen Teil eingetreten ist, eine dünne Schicht, welche mit dessen Wand parallelen Verlauf einhält.

Weiterhin, zuerst bei einem Ovulum von etwa 3,0 mm merklich, bildet im Nucellusunterteil diese Meristemschicht und das zwischen ihr und dem Embryosack eingeschaltete Dauergewebe, flache, nach innen gerichtete Falten, denen locale Verdickungen des nach aussen abgegebenen Dauergewebes entsprechen. In jeden der so gebildeten Vorsprünge tritt also die Meristemschicht, faltenartig eingestülpt und stets der Embryosackwand in gleicher Entfernung parallel verlaufend ein. Aus ihnen gehen die, den Endospermkörper zerklüftenden Platten hervor, deren jede in der Masse, als sie sich verlängert, mit der Einstülpung der Embryosackwand fortfährt.

Die Form dieser Gebilde lässt sich in den jüngeren Stadien am besten an den median oder auch quer durchschnittenen Ovis nach Entfernung des Embryosackes bzw. Endosperms beobachten. Auf den Längsschnitten werden sie, sowohl in den jüngeren, als auch in den älteren Stadien, wegen der schrägen und verschiedenen Stellung ihrer Grundflächen, sowie später wegen ihrer welligen Form in sehr unregelmässigen Ebenen getroffen. Auf den Querschnitten dagegen erscheinen sie schon von Anfang an als regelmässige radiale Vorsprünge, die sich dann zu langen schmalen Streifen gleicher Richtung entwickeln.

Mit diesen mehr äusserlichen Veränderungen geht die verschiedenartige Ausbildung des Gewebes, welche zur Bildung der einzelnen Teile des Samens führt, Hand in Hand:

Der Funiculus und das äussere Integument mit Ausschluss der Epidermis und der subepidermalen Zellschicht der Innenseite entwickeln sich zu der Aussenschicht der Testa.

In dem Ovulum der noch geschlossenen Blüte ist von den für diese Schicht charakteristischen Gefässbündeln nur das des Funiculus vorhanden, indem das Gewebe im übrigen noch meristematisch ist. Diese Gefässbündel aber werden bald darauf entwickelt, sodass sie schon bei einem Ovulum von etwa 1,3 mm deutlich zu erkennen sind. In diesem Stadium macht die ganze Schicht, wenn wir von der geringeren Dimension und dem jugendlichen Aussehen der Zellen absehen, schon ungefähr den Eindruck wie am reifen Samen, und es ergibt sich die weitere Entwicklung derselben von selbst aus der Betrachtung des fertigen Zustandes.

Aus welchen Elementen des Ovulums die Mittel-

schicht der Testa gebildet wird, ist bereits bei deren Beschreibung ausführlich erörtert. Die Umwandlung der betreffenden Epiderm- und Subepidermalzellen, welche anfangs von den übrigen, kurz prismatischen gleichwertigen Zellen nicht zu unterscheiden sind, findet in den verschiedenen Regionen ungleich schnell statt, am schnellsten in der Nähe der Chalaza, von hier im allgemeinen gegen das Exostom hin an Schnelligkeit abnehmend und nur unmittelbar an diesem und an der Basis des Nucellus locale Beschleunigung erfahrend. — Die Längsstreckung der Palissaden beginnt sehr früh und ist am Ovulum von etwa 4 mm stellenweise schon sehr bemerklich. Hand in Hand geht mit ihr eine unten beginnende und allmählich nach oben fortschreitende feste Verwachsung des äusseren Integumentes und des Nucellus, bezw. des inneren Integumentes.

Die späteren Hauptpalissaden unterscheiden sich von den Nebenpalissaden anfangs und selbst nach Beginn der Streckung, weder durch beträchtlichen Längenunterschied, noch durch die Wandbeschaffenheit. Diese Unterschiede treten erst mit zunehmender Ausbildung auf. Erst dann, wenn die betreffenden Epidermiszellen die angrenzenden subepidermalen Elemente bedeutend an Länge übertreffen, zeigt sich an ihren, noch sehr dünnen Seitenwänden zuerst eine feine, gleichmässige Wellung. Darauf beginnt die Verdickung, die, an einzelnen Stellen locale Förderung erfahrend, zur Bildung von verschieden gestalteten Vorsprüngen führt. Indem sich letztere unter unregelmässiger Formausbildung bei weiterem Wachstum begegnen, verschmelzen sie in der Mitte der Zelle mit einander und bilden häufig einen weithin sich erstreckenden, hier und da mit Füßen an der Wand befestigten centralen, von obliterierenden Lumen rings umgebenen Balken. Geht dann die Verdickung noch weiter,

so schwindet das Lumen beinahe ganz, die ursprünglich dem Zellinhalt angehörenden Oxalatkrystalle werden zwischen der Wand und dem centralen Balken eingeklemmt und fest umwachsen; es kommt zu dem Bild, wie man es in der Testa des reifen Samens findet.

An den Orten, wo eine einzelne Nebenpalissade aus zwei oder mehreren Zellen besteht, kommt dies nicht erst nach erfolgter Streckung durch nachträgliche Teilung zustande; es finden sich vielmehr schon in der betreffenden Subepidermalschicht hier und da statt einer Zelle zwei oder mehrere, entsprechend flachere, über einander liegende vor; diese sind dann zusammen etwa so hoch, als jede einzelne der benachbarten und wachsen zu einer einheitlichen Palissade aus.

Bezüglich der Faserzellen, deren Entwicklung sich aus der Betrachtung ihres fertigen Zustandes von selbst ergibt, mag hier nur noch gesagt sein, dass die Grenzen zwischen ihnen auf dem Längsschnitt des Ovulums um so undeutlicher werden, je weiter die Entwicklung vorgeschritten ist. Dieses hat seinen Grund darin, dass diese Zellen, in ihrer Längsrichtung mehr oder weniger von der des Ovulums abweichend, sich mehr und mehr zuspitzen. Sie werden schliesslich von keinem Schnitt mehr in ihrer ganzen Ausdehnung getroffen.

Zwischen den verschiedenen, durch ungleich weit vorgeschrittene Entwicklung der Zellen ausgezeichneten Regionen der Mittelschicht findet stets ein allmählicher Uebergang statt, und man kann daher an ein und demselben Ovulum die verschiedensten Entwicklungsstadien derselben beobachten, so z. B. an einem solchen von 18—20 mm alle Stadien von denjenigen ab, bei welchen kaum eine Streckung zu bemerken, bis zu denen, in welchen die definitive Ausbildung beinahe erreicht ist.

Die Differenzierung des Nucellusgewebes bzw. des inneren Integumentes in die äussere und innere Lage der Innenschicht der Testa erfolgt, soweit hier in dem Ovulum der noch geschlossenen Blüte Meristem vorhanden ist, dadurch, dass das in diesem Stadium nach aussen von der Meristemschicht schon vorhandene Dauergewebe und das später von ihr noch nach aussen abgegebene eine sehr verschiedene Entwicklung zeigen, indem das erstere die äussere, das letztere die innere Lage bildet. Diese beiden, zu verschiedener Zeit entstandenen Gewebspartien setzen sich von Anfang an ziemlich scharf gegen einander ab, sodass die beiden Lagen schon zu unterscheiden sind, bevor die verschiedene Färbungsintensität hinzutritt. An der Spitze des inneren Integumentes und des oberen Nucellusteiles dagegen, wo in dem Ovulum der noch geschlossenen Blüte kein Meristem vorhanden ist, wird ein scharfer Unterschied zwischen der äusseren und inneren Partie erst mit dem Eintritt differenter Färbung bemerklich.

Das in der inneren Lage verlaufende Gefässbündelsystem entwickelt sich ungefähr zu derselben Zeit, wie das oben besprochene des äusseren Integumentes, also lange bevor die Entwicklung der Rumination hinzutritt.

Das von der Meristemschicht nach innen abgegebene Gewebe, aus polyedrischen Zellen bestehend, wird von dem Embryosack successive resorbiert. Solange das Meristem thätig, ist stets eine ziemlich beträchtliche Lage dieses Gewebes vorhanden. Wird dessen Thätigkeit kurz vor der Samenreife eingestellt, so liefern seine noch nicht resorbierten Reste die deformierten Zellen, die, wie oben geschildert, die unmittelbare Begrenzung des Endospermkörpers bilden.

Dem Versuch, der Entwicklung des Endosperms und des Embryos nahezutreten, stellten sich grosse

Schwierigkeiten in den Weg, teils solche, die in der Sache gelegen, teils auch andere, die der Conservierungsweise entstammen. Die jungen Endosperme schienen selbst in unter Alkohol geöffneten Samenanlagen alteriert zu sein. Ich muss mich daher über diesen Punkt auf einige Andeutungen beschränken: In dem Ovulum der noch geschlossenen Blüte zeigt der Embryosack einen dünnen protoplasmatischen Wandbeleg, den zwischen Plasmafäden aufgehängten grossen secundären Embryosackkern, den Eiapparat und die Antipodenzellen. Nach der Blütenentfaltung findet man in ihm einen dünnen protoplasmatischen Wandbeleg mit zahlreichen, regelmässig einschichtig gelagerten Kernen. Später, schon bei einem Ovulum von etwa 2 mm, ist die plasmatische Wandauskleidung verdickt; die Kerne sind zunächst noch einschichtig, dann später in mehreren Schichten gelagert. In welchem Zeitpunkt der Zerfall in Zellen erfolgt, war aus den oben erwähnten Gründen nicht zu entscheiden. Das Auftreten der Zellwände ist hier um so schwieriger festzustellen, als in ihnen die Cellulosereaction anfangs in keiner Weise zu erzielen war. Erst bei weiterer Entwicklung und beginnender Verdickung derselben, im Ovulum von etwa 12 mm, konnte sie erhalten werden.

Anfangs ist innerhalb des jungen Endospermkörpers, der die Wandung bekleidet, eine weite Höhlung vorhanden. Dieselbe wird aber allmählich durch die sich entwickelnden Ruminationsvorsprünge, welche Embryosack und Endospermschicht unter steter Flächenvergrösserung einfalten und vor sich hertreiben, verengt. Durch das weitere Endospermwachstum obliteriert sie alsdann und persistiert nur noch in der zur Reifezeit noch kenntlichen, zwischen die Ruminationsvorsprünge eingreifenden, verästelten Spalte, von der zu Anfang ausführlicher geredet worden.

Ueber den Embryo kann ich hier nur mitteilen, dass er sich sehr langsam entwickelt und erst sehr spät seine definitive Form annimmt.

Zum Schluss des ersten Teils dieser Arbeit seien die Hauptresultate noch kurz zusammengestellt:

1. Das Wachstum des Ovulums erfolgt von der Blütenöffnung an hauptsächlich unterhalb der zu dieser Zeit etwa in halber Höhe zwischen Exostom und Chalaza befindlichen Insertion des inneren Integumentes. Infolge hiervon wird letzteres am reifen Samen auf ein äusserst winziges Gebiet der Spitze beschränkt.

2. Der Embryosack, anfangs oberhalb der Insertion des inneren Integumentes in der Nucellusspitze gelegen, tritt unter bedeutender Vergrösserung in die, mächtigen Zuwachs erfahrende Nucellusbasis ein. Sein unterer Teil wird endlich von einer Meristemschicht parallelen Verlaufes umgeben, die durch Neubildung mit dessen Vergrösserung gleichen Schritt hält.

3. Die Testa des Samens enthält zwei, nur durch das Gefässbündel der Raphe mit einander in Verbindung stehende Gefässbündelsysteme, welche erst nach Eröffnung der Blüte angelegt werden.

4. Die, das äussere dieser Gefässbündelsysteme enthaltende Aussenschicht der Testa entwickelt sich aus der Raphe und aus dem dicht an der Chalaza inserierten äusseren Integument mit Ausschluss der Epidermis und subepidermalen Zellschicht der Innenseite.

5. Die harte, die Stärke der Testa hauptsächlich bedingende Mittelschicht entsteht aus der Epidermis und subepidermalen Zellschicht an der ganzen Innenseite des äusseren Integumentes, der ganzen an das letztere anstossenden Epidermis des Nucellus, bezw. inneren Integumentes, sowie einer kurzen Strecke der subepider-

malen Zellschicht des Nucellus in nächster Nähe der Chalaza.

6. Die äussere, gefässbündelfreie, heller gefärbte Lage der inneren Schicht der Testa wird im wesentlichen gebildet von der Aussenpartie des inneren Integumentes und von dem unterhalb dessen Insertion gelegenen peripheren Dauergewebe des Nucellus, soweit dieses vor der Eröffnung der Blüte schon vorhanden.

7. Die innere, das zweite Gefässbündelsystem enthaltende, dunklere Lage der Innenschicht der Testa entwickelt sich, soweit sie von Ruminationsvorsprüngen frei ist, aus der Innenpartie des inneren Integumentes und aus den geringen Resten der davon umschlossenen Nucellusspitze; soweit sie mit solchen Vorsprüngen besetzt ist, aus dem secundären Gewebsszuwachs, den die im Basalteil des Nucellus gelegene Meristemschicht nach erfolgter Oeffnung der Blüte an der Aussenseite erzeugt.

8. Das innerhalb besagter Meristemschicht im Umkreis des Embryosackes ursprünglich gelegene Dauergewebe, sowie die secundären, von diesem innenwärts abgelagerten Gewebspartien werden durch das Wachstum des Embryosackes nach und nach resorbiert; im fertigen Zustande erübrigt von diesem Gewebe und von der Meristemschicht nichts als eine dünne, das Endosperm umkleidende Lage von deformierten, zusammengedrückten Zellen.

II. Der Samenmantel.

In dem, den Samenmantel betreffenden zweiten Teil dieser Arbeit soll wiederum zunächst der fertige Zustand und dann die Entwicklung behandelt werden.

Bei der Betrachtung des reifen Samens wurde fest-

gestellt, dass sich die Insertion des Samenmantels auf ein längliches, in der Mitte etwas eingeschnürtes Feld erstreckt, welches an dem einen Ende das Hilum und an dem anderen die Spitze des inneren Integumentes erkennen lässt. Der dem Samen noch ansitzende Arillus zeigt eine das Hilum frei lassende kreisrunde Durchbrechung, während jenes längliche Feld im übrigen vollständig bedeckt ist. Man erkennt jedoch an vielen Exemplaren in geringer Entfernung vom Hilum nach vorn zu eine schwache median gestreckte Einsenkung, welche über der Mikropyle liegt.

Die Teilung des Samenmantels geht im allgemeinen an der vorderen Seite nicht so nah an die Insertionsfläche hinan, als an der hinteren. Die Lappen, deren Zahl und Grösse an verschiedenen Arillen sehr ungleich sein kann, schliessen seitlich nicht überall an einander, und es sind ihre Zwischenräume mehr oder weniger breit. An einigen Stellen, wie namentlich an der Chalaza, wo sie von allen Seiten zusammenstreben, legen sie sich über einander.

Der Samenmantel ist zusammengesetzt aus einem Grundgewebe von kleineren polyedrischen und grösseren rundlichen Zellen, aus zahlreichen in den Lappen längslaufenden Gefässbündeln und aus einer ziemlich derben, mit starker Cuticula versehenen Epidermis. Die Gefässbündel, welche der inneren Fläche genähert sind, schliessen nicht an die des äusseren Integumentes, sondern alle am Hilum an das des Funiculus an. — In Bezug auf den Inhalt der Zellen des Samenmantels sei hier nur gesagt, dass derselbe bei den kleineren, polyedrischen Zellen aus eiweisshaltiger Grundmasse und fettem Oel und bei den grösseren, rundlichen im wesentlichen aus ätherischem Oel besteht.

Seine Entwicklung beginnt schon vor der Blütenöffnung, also auch vor der Befruchtung des Ovulums. An dem der noch geschlossenen Blüte erkennt man seine Anlage als eine das Hilum umgebende schwache, nicht scharf umgrenzte Oberflächenanschwellung des äusseren Integumentes, bzw. des Funiculus. Dieselbe ist an der Vorderseite, wo sie bis an das Exostom hinangeht, am breitesten und höchsten, verflacht und verschmälert sich dann seitlich allmählich, um an der Hinterseite fast zu verschwinden. An dem Symmetrieschnitt erscheint diese Anschwellung an der Hinterseite, dicht am Hilum, als ein flacher, abgerundeter Vorsprung, der so minimal ist, dass man ihn leicht unbeachtet lassen würde, wenn man nicht durch die Betrachtung älterer Entwicklungsstadien veranlasst wäre, ihn hier zu suchen. An den nächsten seitlichen, zur Symmetrieebene parallel geführten Schnitten tritt dieser Vorsprung stärker hervor und zwar um so mehr, je weiter von der Medianebene entfernt der betreffende Schnitt geführt worden. An der anderen Seite des Hilum, zwischen diesem und dem Exostom, erkennt man die Anschwellung auf dem Symmetrieschnitt darin wieder, dass der hintere Durchschnitt des Exostomrandes dick und abgerundet ist und das innere Integument weit überragt, während der vordere ziemlich spitz ausläuft und mit dem letzteren ungefähr in gleicher Höhe endigt.

An einem Ovulum von etwa 1,3 mm erscheint die Anlage des Samenmantels schon viel deutlicher. Sie hat sich seitlich und nach hinten zu beträchtlich verbreitert und ist hier jetzt von einer, spitze Einschnitte und abgerundete Vorsprünge bildenden Linie scharf umgrenzt, indem sie, wie der Symmetrieschnitt und die nächsten dazu parallel geführten Schnitte beweisen, jetzt eine

nach der Chalaza umgebogene, mit verhältnismässig schmaler Basis ansitzende, am Rande mit Einschnitten versehene Kappe bildet. Nach vorn zu besteht sie in diesem Stadium noch aus einer flachen, nicht scharf umgrenzten oberflächlichen Anschwellung, welche jedoch bedeutend weiter ausgedehnt ist, als früher, indem sie den ganzen Rand des Exostoms einnimmt. — An einem Ovulum von etwa 1,7 mm erscheint der Samenmantel schon als ein von dem Hilum nach allen Seiten ungefähr gleich weit ausgebreiteter, tief zerschlitzter Becher, in dem das Exostom als eine mit abgerundetem Rande versehene, seitlich etwas verschmälerte, rundliche Durchbrechung erscheint. Auf dem Symmetrieschnitt ergibt sich dieser Becher an der Vorderseite als der nach der Chalaza zu umgebogene Exostomrand. — Bei einem Ovulum von etwa 2 mm bedeckt dieser Becher, welcher am Rande in lange Lappen zerschlitzt ist, schon etwa die Hälfte desselben. Seine, dem Exostom entsprechende Durchbrechung erscheint noch mehr seitlich eingeengt, als im vorigen Stadium. — Am Ovulum von 2,5 mm stossen seine Lappen schon an der Chalaza zusammen, sodass das Ganze ungefähr die Gestalt wie im fertigen Zustande zeigt, weshalb wir von der Betrachtung noch weiterer Entwicklungsstadien absehen können. Bemerkt sei nur noch, dass die, dem Exostom entsprechende Durchbrechung um so stärker seitlich eingeengt wird, je weiter die Entwicklung fortschreitet, bis sie schliesslich vollständig geschlossen wird und bei der Reife nur noch als eine schwache, lang gestreckte Einsenkung erscheint.

Die bis jetzt über die Entwicklung dieses Samenmantels vorhandene Literatur ¹⁾ dreht sich hauptsächlich

1) Planchon, *Dév. et caract. des vrais et des faux arilles*, Ann. des sc. nat. III, série. Tome 3.

lich um die Frage, ob derselbe den Namen Arillus verdiene oder als ein Arillodium aufzufassen sei. — Die Bezeichnung „Arillus“ wurde von Linné ¹⁾ eingeführt, welcher darunter eine Hülle verstand, die den Samen innerhalb des Pericarps umgiebt, ganz davon abgesehen, wie sie demselben anhaftet. Ebensoweit fasste Boehmer ²⁾ diesen Begriff, indem er darunter verstand eine accessoriale Hülle, die weder dem Samen noch dem Pericarp angehört. Eingeeengt wurde er durch Gaertner ³⁾ welcher verlangte, dass der Arillus nur mit dem Funiculus Zusammenhang habe, und ferner durch Richard, welcher hinzufügte, dass sich dieser erst nach der Befruchtung des Ovulums entwickeln dürfe. — Diesem, vom Funiculus und nur von demselben entspringenden, echten Arillus stellten die beiden letzteren Autoren den falschen, nur mit dem Exostom in Zusammenhang stehenden, das Arillodium gegenüber, und Planchon, welcher sich ihrer Definition anschloss, machte darauf aufmerksam, dass das Arillodium eine dem Exostom entsprechende Durchbrechung zeigen müsse. Er behauptete demgemäss, indem er dieses auf den Samenmantel von *Myristica fragrans* anwandte, dass letzterer ein Arillodium sei. Er konnte zwar anfangs aus Mangel an genügendem Material die betreffende Perforation nicht erkennen, schloss jedoch aus den richtig erkannten Verhältnissen an der Spitze des reifen Samens, dass eine solche in den jüngeren Entwicklungsstadien vorhanden sein müsse. Später gelang es ihm und Decandolle, auch die Durchbrechung selbst zu erkennen. — Dadurch war man nun zwar berechtigt, anzunehmen, dass

1) *Philosophia botanica*, p. 54.

2) Boehmer, *Comment. phys. de plants. sem.* (1785) p. 40 u. f.

3) Gaertner, *De fruct.*, 1788, I, p. 87.

der Samenmantel vom Exostomrande entspringe, aber nicht, dass der Funiculus keinen Anteil an seiner Bildung habe. So schlossen denn auch Hooker und Thomsen, gestützt auf die Thatsache, dass er auch um das Hilum herum mit dem Samen in Verbindung steht, dass er zugleich von diesem und vom Exostomrande entspringen müsse ¹⁾. — Diese Annahme fand jedoch bei den Vertretern jener Unterscheidung von Arillus und Arillodium anfangs wenig Anklang, indem dieselben entgegneten, dass, falls sie richtig sei, zwei isoliert am Hilum und am Exostom auftretende Gewebekörper in schon ziemlich beträchtlichem Alter mit einander verwachsen müssten, um das einheitliche Gebilde des Samenmantels hervorzubringen.

Den Weg, auf dem allein diese Frage sicher gelöst werden konnte, den der Untersuchung der jüngsten Entwicklungsstadien betrat zuerst Decandolle, welcher jedoch zu Ergebnissen gelangt, die mit meinen Beobachtungen nicht übereinstimmen. Er will nämlich zur Zeit der Blüte noch keine Spur des Samenmantels erkannt, aber an einem etwas weiter entwickelten Ovulum eine weissliche Verdickung des Exostomrandes bemerkt haben, in welcher er die Anlage vermutete. Die weiter von ihm untersuchten Ovula zeigten den Arillus schon als eine ausgedehnte gelappte Kappe.

Zu ganz andern Ergebnissen gelangte Baillon.²⁾ Nach ihm erscheint der Samenmantel, während das Perigon noch völlig geschlossen ist, als eine schwache Verdickung

1) Decandolle, Note sur la famille des Myristicacées, Ann. des sc. nat., Série 4, Tome 4, p. 20. — Comptes rendus LXXVII. a. p. 779 u. f.

2) Baillon, Adansonia, Tome 5. p. 177. Sur la fleur femelle du Muscadier und: Comptes rendus: Sur l'origine du macis etc.

zwischen dem Hilum und dem Exostom, welche durch Hypertrophie der Zellen veranlasst wird. Diese umzieht sehr bald das Hilum, erweitert sich alsdann nach dem Exostom zu, um dieses gleichfalls völlig zu umfassen, und ist zur Zeit der Blütenöffnung in der Nachbarschaft des Hilum bedeutend stärker entwickelt, als in der des Exostoms. Über die morphologische Bedeutung des Gebildes kommt dieser Autor zu der Ansicht, dass dasselbe, wie alle Arillusbildungen nichts anderes seien, als Haargebilde der Oberfläche des Ovulums, welche die Aufgabe haben, das Pericarp bei der Samenreife durch Anschwellung auseinander zu sprengen. Er will daher alle Bezeichnungen, wie: echter oder falscher Arillus, Karunkel, Strophiola, beseitigt und alle diese Organe allgemein als Arillen bezeichnet wissen, die dann zu unterscheiden seien, darnach, ob sie an der ganzen Oberfläche des Ovulums entstehen oder auf bestimmte Regionen, wie das Hilum, das Exostom und die Chalaza, oder auf die eine oder andere derselben zugleich beschränkt sind.

Wenn man die in dieser Literatur enthaltenen Angaben mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen vergleicht, so stellt sich heraus, dass dieselben, von dem abgesehen, was Decandolle über die erste Anlage des Samenmantels sagt, einander nicht widersprechen. Zwar standen mir nicht genügend junge Entwicklungsstadien des Ovulums zur Verfügung, um feststellen zu können, dass sich die erste Anlage auf dem Gebiet zwischen Hilum und Exostom zeigt und sich dann erst um das erstere erweitert, doch wird letzteres dadurch wahrscheinlich gemacht, dass die an dem jüngsten von mir untersuchten Ovulum vorhandene Verdickung zwischen dem Hilum und dem Exostom am stärksten ist, dann seitlich allmählich abnimmt und an der entgegengesetzten Seite ein Minimum erreicht.

Nach meinen Untersuchungen steht soviel fest, dass der Samenmantel auftritt als eine einheitliche, oberflächliche Anschwellung an dem, das Hilum und das Exostom einschliessenden Gebiete, dass diese Anschwellung um das Hilum herum schon vorhanden ist, ehe sie am Exostomrande erscheint, und vor allem, dass dieselbe schon in der noch geschlossenen Blüte, also vor der Befruchtung des Ovulums, deutlich zu erkennen ist.

In dieser Abhandlung sind verschiedene, der näheren Untersuchung werthe Punkte, bei denen ich zu keinen sicheren Resultaten gelangte, vollständig unberücksichtigt geblieben. Ich hoffe aber Gelegenheit zu haben, meine Untersuchungen fortzusetzen und diese Arbeit, vervollständigt und erweitert, später anderen Orts zu veröffentlichen.

Lebenslauf.

Als der Sohn des Pastors August Voigt, jetzt zu Immenrode, wurde ich, Albert Voigt, am 9. April 1858 zu Föhrste bei Alfeld geboren. Nachdem ich den ersten Unterricht in der Schule meines Geburtsdorfes und von meinem Vater empfangen, besuchte ich seit Michaelis 1872 die Realschule I. O. zu Goslar, welche ich Ostern 1880 mit dem Maturitätszeugnis verliess. Hierauf widmete ich mich an der Georgia-Augusta dem Studium — namentlich dem der Naturwissenschaften —, welches vom 1. April 1882 bis dahin 1883 durch den Einjährig-Freiwilligen-Dienst und im Frühjahr 1884 durch eine achtwöchentliche militärische Uebung unterbrochen wurde.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

3 9088 00610 3667