

Sem. myristicae.

Muskatnuss, *Nux moschata*, Noix muscade, Nutmeg.

Die Muskatnüsse sind die Samenkerne von *Myristica fragrans* Houttuyn (*M. moschata* Thunb., *M. aromatica* Lam., *M. officinalis* L. f.), welche Pflanze im tropischen Asien allenthalben kultiviert wird. Die Pflanze ist diklin-diözisch. Ihre kleinen, hellgelben, wie Orangenblüten riechenden, zu Rispen vereinigten (σ) oder einzeln stehenden (Ω) Blüten, die denen unserer Maiblume etwas ähnlich sind, besitzen drei Perigonblätter, die zu einem glockenförmigen, unterständigen Perigon verwachsen sind. Einer der Perigonzipfel steht medianrückwärts. Die männlichen Blüten haben zu einer Staminalsäule verwachsene, monadelphische Staubfäden und keinen Stempelrest, die weiblichen Blüten keine Staminalreste, sondern nur einen freien, oberständigen Stempel, der aus der Basis der Blüte herausragt und aus dem gestreckt ei-kegelförmigen Fruchtknoten und einer sitzenden, zweizipfeligen Narbe (Fig. 4) besteht. Der Fruchtknoten besteht aus einem Karpell, ist einfächerig, im Durchschnitt 2—3 mm dick und etwa 5 mm lang und an der von dem Blütendeckblatt abgewandten Seite mit einer Längsnaht versehen (Fig. 2).

Die Korolle besteht aus einem dünnwandigen Parenchym, in dem außer den Nervenbündeln unregelmäßig streichende, milchröhrenartige Sekretbehälter, runde Ölzellen mit verkorkter Wand und Astroclereiden (Angew. Anatomie, S. 302) einzeln oder zu Gruppen vereinigt sich finden.

Der Blütenstiel enthält die gleichen Elemente wie die Korolle, doch sind die Sclereiden stärker verdickt. Kalkoxalat findet sich in einigen Zellen.

Der Fruchtknoten besitzt eine ziemlich dicke Wand aus parenchymatischem Gewebe, in welches sehr zahlreiche verkorkte Ölzellen eingebettet sind, die größer sind als die Elemente des umgebenden Gewebes und sehr frühzeitig schon angelegt werden. An der Basis ist ein einziges anatropes Ovulum, das am Chalazaende etwas zugespitzt ist, fast basal inseriert (Fig. 1 u. 4). Dasselbe erfüllt die Fruchtknotenöhle ganz, zeigt einen Durchmesser von 0,8 mm und besitzt zwei Integumente, die ungefähr gleich dick sind (Fig. 1). Die beiden Integumente sind verschieden ausgebildet. Das innere reicht nicht bis zur Chalaza, ist an der Spitze etwas angeschwollen und bildet allein den Mikropyleverschluss. Das äußere umschließt das Ovulum unten vollkommen (bis auf die Chalazastelle) und geht in der Umgebung der Chalaza direkt in das Nucellargewebe über, weiter oben (gegen die

Mikropyle hin) liegt es scharf abgegrenzt dem Nucellus an und nur in dem gegen die Mikropyle zu liegenden obersten Teile des Ovulums grenzt es an das innere Integument. Die Insertion des inneren Integumentes (Fig. 1, *ii*) befindet sich also etwa in halber Höhe zwischen Chalaza und Mikropyle. Der Embryosack (*Ems*) liegt im oberen Teile des Nucellus und schließt nach unten etwa in der Höhe der Insertion des inneren Integumentes ab. Das ihn umgebende Nucellargewebe ist etwa ebenso dick wie das innere Integument. Der untere Teil des Nucellus von der Chalaza an bis unterhalb der Insertion des inneren Integumentes wird mit Ausnahme einer äußeren Dauergewebsschicht von der Dicke des inneren Integumentes aus meristematischem Gewebe gebildet. Ein derartiges Meristem findet sich auch sowohl an der Innenseite des inneren Integumentes als auch an der Außenseite des Oberteiles des Nucellus in Form einer dünnen Schicht, die mit dem Meristem des Nucellusunterteiles in Verbindung steht und sich nach oben gegen die Mikropyle hin allmählich verjüngt (Fig. 9). Das Raphebündel ist unverzweigt und wird von milchröhrenartigen Sekretbehältern begleitet. Die Mikropyle des Ovulums ist nicht genau abwärts gerichtet, sondern etwas nach vorn gewendet (Fig. 1). Die Medianebene des Ovulums, die Symmetrieebene desselben, bildet mit der durch die Karpellnaht gelegten Ebene einen Winkel.

Die Entwicklungsgeschichte des Samens ist nun folgende. Als leitender Grundsatz ist zunächst zu bemerken, daß der Teil des Ovulums, in dem das innere Integument liegt, d. h. also der obere, gegen die Mikropyle gelegene, im Längenwachstum stark gegen den übrigen unteren Teil zurückbleibt. Der letztere streckt sich so stark, daß er schon in einer jungen Samenanlage von 2—2,5 mm Durchmesser bei weitem die Hauptmasse einnimmt (Fig. 9). Da nun aber der obere Teil bei fast ganz unterbleibendem Längenwachstum etwas Breitenwachstum zeigt, so ist die Folge die, daß er gegen die Spitze der Samenanlage gedrückt und der Teil des Ovulums, der auch vom zweiten Integumente bedeckt ist, verschwindend klein wird (Fig. 9). Die Nucellusspitze nimmt in diesem Stadium zunächst eine kegelförmige Gestalt an, später erscheint sie fast eingeschnürt, einer Anschwellung des inneren Integumentes entsprechend (Fig. 10).

Die weitere Entwicklung in dem inneren Gewebe der Samenanlage ist vorwiegend an die Tätigkeit des oben erwähnten

vorwiegend im Nucellus gelegenen Meristems geknüpft, welches sehr frühzeitig sowohl nach außen wie nach innen Dauergewebe bildet. Bei einem 1,5 mm dicken Ovulum (Fig. 9) streicht die Meristemzone etwa in der Mitte des Nucellusgewebes, rückt aber, da im Anfange besonders nach außen reichlich Dauergewebe gebildet wird, rasch nach der Innenseite hin, so daß sie im weiteren Verlaufe mehr der Innenseite wie der Außenseite des Nucellus genähert bleibt (Fig. 10). Diese Meristemschicht (Fig. 11, *Me*), die auch wenn schon als viel schmalere Zone und nur ein Stück weit an der Innenseite des inneren Integumentes gefunden wird und der Nucellusspitze gänzlich fehlt, ist in ungleicher Weise thätig. Im ganzen Nucellusunterteile, d. h. in dem größten Teile der Samenknope bildet sie sowohl nach außen wie nach innen reichlich Dauergewebe, an der Innenseite des inneren Integumentes dagegen nur wenig und da sie der Nucellusspitze fehlt, entsteht hier überhaupt kein Dauergewebe. Dieser Dauergewebebildung, die zur Entstehung eines sekundären Nucellar- oder Perispermalgewebes führt, wie es im Pflanzenreiche bisher sonst wohl nirgends beobachtet wurde, wirkt nun aber von innen her die resorbierende Thätigkeit des Endosperms entgegen. Der Embryosack vergrößert sich nämlich frühzeitig und resorbiert allmählich die von dem Meristem nach innen gebildeten Dauergewebeebenen des Hüllperisperms (*Da*, in Fig. 10, 11, 12, 14) nahezu vollständig. Im reifen Samen sind sie fast ganz aufgezehrt (Fig. 27), aber auch im halbreifen Samen ist die Innenschicht des Dauergewebes nie sehr breit. Sie besteht stets aus farblosem Parenchym vom Charakter transitorischer Gewebe. Die Außenschicht dagegen trägt ganz den Charakter eines typischen Dauergewebes. Sie wird, je weiter sich die Samenanlage entwickelt, immer breiter und immer reicher differenziert. Einige Zellen bilden sich zu Sekretzellen um, in anderen entstehen bräunliche Stoffwechselprodukte. Endlich werden auch Prokambiumstränge angelegt, die später zu zarten Gefäßbündeln sich entwickeln. Dafs in einem Perisperm Bündel entstehen, ist ein ganz seltener Fall, und wohl auch nur verständlich, wenn man berücksichtigt, daß die Randschicht des Nucellus im Unter- und Hauptteile, des Nucellus wenigstens, d. h. dort, wo das innere Integument nicht mehr wahrzunehmen ist, eigentlich das letztere vertritt und durch das Perispermmeristem ein neues eigenartiges sekundäres Gewebe erzeugt wird, welches nicht mehr ganz als Perisperm betrachtet werden kann. Denn nur in dem neugebildeten Gewebe, dem Sekundärperisperm, entstehen diese Prokambiumstränge (Fig. 11, *proc*), nicht im primären Perisperm.

Das Perispermmeristem ist aber auch der Sitz einer weiteren eigenartigen Veränderung. Es zeigt nämlich an bestimmten Punkten ein lokalisiert verstärktes Wachstum. Die ersten Anzeichen dieser Erscheinung sind schon sehr frühzeitig bei nur wenige Millimeter dicken Ovulis sichtbar (Fig. 11). Etwa zu gleicher Zeit, wenn in dem Randperisperm Prokambiumstränge differenziert sind, wölbt sich an bestimmten Stellen das Gewebe gegen den Embryosack vor (Fig. 11) und es entstehen zuerst niedrige, dann immer länger

werdende Zapfen resp. Platten (Fig. 10, 12, 14). Die ersten Stadien dieser Zapfenbildung sind in Fig. 11, die späteren in Fig. 10 (hier im Längsschnitt) wiedergegeben. Bei einem 6 mm im Durchmesser messenden Samen besitzen diese Zapfen den in Fig. 12 dargestellten Bau. Sie sind umgeben vom inneren hellen Dauergewebe (*Da*), dann folgt das Meristem (*Me*) und zu innerst liegt ein zweites Dauergewebe (*Da*), welches direkt in das Randgewebe übergeht und in dem schon jetzt Gefäßbündel (*gfb*) oder wenigstens Prokambiumstränge (*proc*) sichtbar sind. Einige Zellen dieses Gewebes sind bereits in diesem Stadium zu Ölzellen umgebildet. Diese Zapfen entstehen nur an den Stellen, wo das Perisperm direkt an das äußere Integument grenzt und nicht aus dem Meristem am Rande des inneren Integumentes, welches letztere überhaupt schon in diesem Stadium quantitativ stark zurücktritt (Fig. 10). Besonders an der Spitze zeigen die plattenartigen Zapfen lebhaftes Wachstum, auch wohl Verbindungen und Gabelungen (Fig. 14). Sie werden zu den braunen Ruminationsfalten (Fig. 26, *Ruf* u. 27), die dem Querschnitte des reifen Samens sein charakteristisches Aussehen verleihen und den Charakter des Albumen ruminatum bedingen (Fig. 21 u. 22). Bei einer Frucht von 3,5 cm Durchmesser (Samenanlage 1 cm) sind diese Sekundärperispermzapfen noch farblos, führen aber bereits typische Ölzellen (Fig. 25) und enthalten reichlich Gerbstoff in Inhalte der die Ölzellen begleitenden Zellen, wie man durch Fe_3Cl_6 und $K_2Cr_2O_7$ feststellen kann. Beim nahezu reifen Samen entsteht in den Zapfen mit chromsaurem Kali kaum noch eine Gerbstoffreaktion im Zellinhalte, dagegen hat die Phlobaphenbildung begonnen und die Speicherung des Phlobaphens in den Wandungen, die dadurch eine braune Farbe angenommen haben. Beim reifen Samen sind gerbstoffartige Körper fast nur in den braunen Wänden nachzuweisen, die meist ganz von Phlobaphenen durchtränkt und dadurch braun gefärbt sind.

Besonders am reifen Samen tritt aber auch der Unterschied zwischen dem Primärperisperm und dem Sekundärperisperm (*p Psp* und *s Psp*, Fig. 11) deutlich hervor (Fig. 27). Das äußere Primärperisperm ist heller, bündelfrei und besteht aus größeren Zellen, die nicht alle Phlobaphen führen, das Sekundärperisperm führt die Bündel, ist kleinzelliger, aber dicht mit Phlobaphenen erfüllt. Es läuft als schmale Zone rings um den Samen herum und entsendet die Zapfen ins Innere des Samens. Das Primärperisperm wird durch Zellteilung besonders in den äußeren Zellschichten vermehrt.

Der Innenraum des Embryosackes ist sehr lange mit einer milchigen Flüssigkeit erfüllt. Erst verhältnismäßig spät beginnt die eigentliche Endosperm bildung im Embryosacke. Das Endosperm resorbiert zunächst alles außerhalb der Meristemzone liegende Dauergewebe (*Da*, Fig. 12) bis auf geringe, im reifen Samen am Rande der braunen Ruminationsfalten sichtbar bleibende Reste (Fig. 25 u. 27, *obl*). Dann entsteht in dem durch die Zapfen reich gekammerten Raume vom Rande der Zapfen her, nach innen fortschreitend, das dünnwandige Endosperm (*End*), welches im reifen Samen das ganze Innere erfüllt. Die Teilungen der Zellen sind am Rande, d. h. an den

Zapfen, besonders in den ersten Stadien, noch sehr gut zu sehen: die Zellen bilden Radialreihen, die rechtwinklig auf der Zapfenoberfläche stehen. Später verwischt sich dies. Anfangs enthalten die Endospermzellen nur Plasma, aber auch noch in ganz ausgewachsenen Samen, bei denen die Zellbildung im Endosperm nahezu ganz abgeschlossen ist, findet man in ihnen nur Plasma und Zellkern und das Ganze erscheint noch hyalin. Erst wenn die Frucht aufgesprungen ist, beginnt auch der Endospermhalt sich zu differenzieren. Das Endosperm erscheint nunmehr weiß. In seinen Zellen findet man neben den sehr deutlichen Zellkernen viel Stärke und die Aleuronkörner, besonders die Kristalloide derselben, beginnen sich zu differenzieren. Sie treten, da sie zudem meist gelblich gefärbt sind, besonders in diesem Stadium sehr deutlich hervor. Doch auch jetzt noch ist nur wenig Fett zu bemerken. Der Keimling ist ebenfalls noch stark in der Entwicklung zurück. Er wird von zwei kleinen rundlichen, durch einen kurzen Zapfen zusammengehaltenen Lappchen gebildet. Erst bei der völlig reifen, aufgesprungenen Frucht zeigt auch das Endosperm seine definitive Ausbildung: Die Zellen sind mit Fett erfüllt, in welches reichlich Stärkekörner eingebettet sind (Fig. 27). Jede Zelle enthält meist auch ein Aleuronkorn. Da das Endosperm vom äußeren Rande her nach innen und von dem Rande der Zapfen aus nach innen, den Seiten, nach oben und unten zu sich entwickelt, so stoßen schließlich die gegeneinander wachsenden Endosperm Massen ungefähr in der Mitte zwischen den Zapfen zusammen. Hier sieht man noch lange einen Spalt, der erst im ganz reifen Samen durch Verwachsung der beiden innersten Zelllagen verschwindet. Diese innersten Zelllagen bleiben aber auch im reifen Samen von dem übrigen Endosperm dadurch verschieden, daß sie nur Stärke und kein Fett oder Aleuron enthalten. Diese innersten, different ausgebildeten Endospermschichten habe ich bei anderen Samen als „Quellgewebe“ unterschieden, da sie bei der Keimung quellen und die Nahrungsaufnahme des Keimlings aus dem Endosperm vermitteln. Auch hier stehen sie zum Keimling in Beziehung. Denn in ihnen wandern die Reservestoffe zum Keimling und sie bilden die Leitbahnen (*Le* in Fig. 21 u. 22), auf denen die Kotedonarzapfen bei der Keimung ins Endosperm vordringen (siehe unten). Der Geschmack des fertigen Endosperms ist nicht aromatisch, sondern nufsartig. Nur beim getrockneten Samen nimmt er durch Infiltration von den Ruminationszapfen her Aroma an.

Der Keimling ist bei dem völlig reifen Samen an der Mikropylarseite desselben und — gemäß der etwas seitlichen Lage der Mikropyle — auch etwas seitlich inseriert (Fig. 22, *Em*). Er besteht aus zartem, stärkereichem Parenchym, das von zahlreichen gestreckten, milchröhrenartigen Sekretröhren durchzogen ist, die mit einem braunen Inhalte erfüllt sind.

Schon oben wurde erwähnt, daß das zweite, innere Integument in den weiteren Entwicklungsstadien kaum in Betracht kommt, da es sich nur wenig weiter entwickelt und gegen die obere Seite des Samens geschoben wird (Fig. 10). In der That ist die Stelle, welche dem inneren Integumente entspricht, beim reifen Samen auf ein ganz kleines Gebiet an

der Spitze beschränkt. Immerhin kann man sie doch auch dort noch erkennen. Es ist nämlich die an das Endosperm daselbst angrenzende Schicht, soweit das innere Integument reicht, palissadenartig gestreckt und das ganze Gewebe ist mehr gleichartig und zeigt nicht die ziemlich scharf hervortretende Sonderung wie beim Primär- und Sekundärperisperm (siehe oben), in die das Gewebe allmählich übergeht. An der Spitze des Nucellusoberteiles erfolgt die Resorption des Nucellusgewebes seitens des Embryosackes nur langsam. Da sie aber stetig fortschreitet und hier ein Meristem nicht für Erneuerung sorgt, so wird das Nucellusgewebe, das den Embryosack von dem Gewebe des inneren Integumentes in der Nähe des Endostoms trennt, bis auf geringe Reste gänzlich resorbiert. Hier wächst also das Nucellargewebe nicht nur nicht weiter, wie im übrigen zapfenbildenden Teile, sondern geht vollständig zu Grunde. Dadurch wird es möglich, daß sich der Embryosack und der an seiner Spitze aus der Eizelle hervorgehende Embryo bis an die Endostomspalte und sogar in diese hineinschieben kann (Fig. 29).

Die Samenschale besitzt folgende Entwicklungsgeschichte. Zunächst ist zu bemerken, daß sich an der Bildung derselben vorwiegend das äußere Integument des Ovulums beteiligt, das innere bildet nur an der Spitze des Samens auf einer kleinen Strecke hin die innere Samenschale, im ganzen übrigen Teile wird die letztere von dem Hüllperisperm gebildet, bei dem deutlich das großzellige Primärperisperm (Fig. 11, 26 u. 27, *p Psp*) und das durch Meristem (siehe oben) gebildete, die „Samenhautfalten“ bzw. Zapfen bildende Sekundärperisperm (Fig. 11, 26 u. 27, *s Psp*) zu unterscheiden ist. Die Entwicklungsgeschichte der inneren Samenschale aus dem Hüllperisperm ist oben beschrieben. Die äußere, aus dem äußeren Integumente hervorgehende Samenschale läßt zwei Schichten erkennen: Die zarte Außenschicht (Fig. 20, 1—3) und eine zweite harte Schicht (Fig. 20, 4—5), die als Mittelschicht der Samenschale bezeichnet werden mag.

Die zarte Außenschicht geht aus dem äußeren Integumente hervor mit einziger Ausnahme der inneren Epidermis desselben und der subepidermalen Zellreihe, also aus den Schichten 1—3, Fig. 16. Die innerste Zellreihe, die sich im Ovulum kaum different abhebt, wird im weiteren Verlaufe der Entwicklung etwas radial gestreckt. Die Epidermis (Fig. 20, 1) führt oft noch im reifen Samen viel Stärke. Ihre Zellen sind, von der Fläche betrachtet, polyedrisch. Die Schicht 2 besteht aus anfangs polyedrischen, später sich tangential streckenden Zellen, die anfangs Stärke, später bisweilen einen braunen Inhaltkörper führen. Auch Oxalat kommt in den Zellen vor. Diese Schicht ist im reifen Samen von milchröhrenartigen Sekretröhren (Kinoschläuchen) durchzogen. Außer dem Raphelbündel, welches, da der Funiculus mit dem äußeren Integumente verwachsen ist, ebenfalls in dieser Schicht verläuft, sind in den jüngeren Stadien der Entwicklung des Samens nur einige Prokambiumstränge wahrzunehmen. Dieselben werden aber zu normalen Bündeln, so daß beim reifen Samen in dieser Schicht zahlreiche anastomosierende Gefäßbündel (*gfb*, Fig. 20) liegen, die, wenn man den Samen von

außen betrachtet, als ein Netzwerk erscheinen. Sie alle stehen mit dem Raphebündel in Verbindung.

Die harte Mittelschicht der Samenschale (Fig. 20, 4—5) bildet zwei Reihen von Zellen: eine Reihe von relativ kurzen Außenpalissaden (Nebenpalissaden) (*Ap*, Fig. 19 u. 20) und eine Reihe von hohen Innenpalissaden (Hauptpalissaden) (*Ip*, Fig. 19 u. 20). An diese legt sich dann nach Innen zu eine Reihe von Querfasern (Faserlage) (*qfs*, Fig. 19 u. 20) an. Im bei weitem größten Teile des Samens gehen die Querfasern aus der Epidermis des Nucellus bzw. Perisperms, die Innenpalissaden aus der inneren Epidermis des äußeren Integumentes und die Außenpalissaden aus der unter der inneren Epidermis liegenden subepidermalen Zellreihe des äußeren Integumentes hervor. Nur dort, wo das innere Integument liegt, geht die Querfaserschicht aus der äußeren Epidermis dieses Integumentes hervor (Fig. 30) und nur in einem ebenfalls kleinen Gebiete um die Chalaza beteiligt sich auch die subepidermale Zelllage des Nucellus an der Bildung der Mittelschicht (Fig. 28).

Die Entwicklung der drei Lagen geht aus dem Vergleiche der Figuren 16—20 hervor. Die zu den Querfasern werdende Nucellar-Epidermis bleibt frühzeitig (Fig. 17, c) im Querwachstum zurück und entwickelt sich nur wenig in die Breite und Höhe. Dagegen strecken sich die Zellen meist in der Richtung zur Samenoberfläche, rechtwinkelig zur Richtung der Palissaden und verdicken sich (Fig. 20, c). Im reifen Samen bilden sie sehr mannigfaltige Formen: längsgestreckte Bastfasern, unregelmäßige, sogar bisweilen polygonale Formen mit linksschiefen Tüpfeln. In einer begrenzten, die Chalaza unmittelbar umgebenden Zone (Fig. 28) werden die epidermalen Elemente des Nucellus nicht in der eben beschriebenen Weise entwickelt, sondern bilden den Innenpalissaden ähnliche Zellen (Fig. 28, *Ip*), während die subepidermale Zellschicht des Nucellus im vollständig entwickelten Zustande (Fig. 28, *sepd*) eine große Ähnlichkeit mit den Außenpalissaden hat. Gegen die Spitze des Samens hin werden diese Zellen kürzer. Die erstgenannten gehen ziemlich rasch in die Querfaserschicht über, die letzteren in das subepidermale Parenchym des Perisperms über. Die innere Epidermis des äußeren Integumentes streckt sich in radialer Richtung, so daß frühzeitig Palissaden entstehen (Fig. 17, s), die sich rasch enorm strecken, und anfangs scheinbar knotige Verdickungen der Wand zeigen (Fig. 18, s). Es sind dies die Anlagen der spiralgigen Wandverdickungen. Schon in diesem Stadium treten Oxalatkristalle in den Zellen auf. Dann verdickt sich bei fortschreitender Radialstreckung die Wand (Fig. 19, s), und beim fertigen Samen sind die nunmehr ausgebildeten Innenpalissaden, mit Ausnahme der beiden Enden, wo sie dünnwandig bleiben, stark verdickt, oft fast bis zum Schwinden des Lumens. Die Verdickung ist eine unregelmäßige, meist sind Spiralleisten zu bemerken (Fig. 20, *Ip*). Das Lumen ist daher auch spiralgig gewunden. Die Zellwände sind stark verholzt und oft gelbbraun. In dem verdünnten Ende liegen oft große Kalkoxalatkristalle, ebenso in den erweiterten Teilen der mittleren Partie (*K7*, Fig. 20). Die Höhe der Zellen wechselt in ziemlich regelmäßiger Weise, so daß die Außenseite dieser Schicht Berge und

Thäler bildet. In diese greifen mit gleicher Regelmäßigkeit die Außenpalissaden ein (Fig. 19 u. 20). Die Außenpalissaden, die subepidermalen Zellen des äußeren Integumentes, strecken sich auch frühzeitig, bleiben aber hinter den Innenpalissaden zurück (Fig. 17—19, 4). Auch verdicken sie ihre Wand nicht. Beim reifen Samen sind sie nur ein Viertel so hoch als die Innenpalissaden. Bisweilen tritt Tangentialteilung ein, so daß dann zwei kürzere Zellen übereinander liegen. An den Stellen, wo die Wellenberge der Innenpalissadenschicht liegen, führen die dort kurzen Außenpalissaden gewöhnlich braunen Inhalt, im unreifen Samen Gerbstoff. Die Innenpalissaden sind meist 850—950 mik hoch und 15 bis 19 mik breit.

Die Entwicklung dieser epidermalen und subepidermalen Zellen beginnt nicht an allen Stellen des Samens gleichmäßig und schreitet auch nicht gleichmäßig fort. Am frühesten beginnt sie an der Chalaza, am spätesten an der Samenspitze. Am frühesten sind die Außenpalissaden fertig, zuletzt erreichen die Bastzellen der Querfaserschicht ihre definitive Form. An der Spitze des Samens ist ein beide Integumente durchsetzender Kanal zu bemerken (Fig. 29 u. 30, *Ka*). Derselbe entspricht im inneren Integumente der Mikropyle. Im äußeren entsteht er dadurch, daß das anfangs (Fig. 1) nicht bis zur Mikropyle reichende Integument zwar später an der Spitze zusammenwächst, aber die Verwachsung keine vollständige ist (Fig. 29). Die Innenpalissaden sind an dem schmalen Kanale schräg gegen den letzteren gestellt (Fig. 30), übrigens, besonders im äußeren Teile, oft verbogen und unregelmäßig gestaltet. Auch die Verdickungen der Wand sind hier sehr viel unregelmäßiger wie bei den übrigen Innenpalissaden. Man findet hier Netzleisten, Querleisten und Spiralleisten (Fig. 30). Dieser Kanal dient dem Keimling als Austrittsgang bei der Keimung.

An der Basis des Samens liegt die Chalaza. Hier tritt das Raphebündel (*Ra*) durch eine ovale Öffnung in das innere des Samens ein (Fig. 28). Es steht sowohl mit den Bündeln der Außenschicht der Samenschale wie mit denen des Sekundärperisperms in Verbindung.

Die Keimung erfolgt in folgender Weise. Während der Keimling in dem unreifen Samen die in Fig. 29, *Em* dargestellte Gestalt hat, später dann die in Fig. 31 u. 22, *Em* dargestellte annimmt, sieht er im völlig reifen Samen oft so wie in Fig. 32 dargestellt ist aus, d. h. die ursprünglich becherförmig gestalteten Kotyledonen haben sich in ihrer Spitze zerschlizt, sind bereits in das Endosperm eingedrungen und brechen daher, da das Gewebe des Endosperms äußerst zart ist, an den Stellen, wo sie dem Endosperm eingefügt sind, leicht ab (*x*, Fig. 32). Da das Embryogewebe zudem sehr leicht schrumpft, so findet man in der Handelsware für gewöhnlich an der Stelle des Embryos nur ein total geschrumpftes Gebilde. Wenn die Keimung beginnt, so drängen die Zipfel der Kotyledonen in das Endosperm ein, und zwar wandern sie, an der Spitze fortwachsend, auf den oben erwähnten vorgebildeten „Leitbahnen“ (*Le* in Fig. 33 u. 35) vorwärts. Diese Leitbahnen, die auch bei der trockenen Muskatnuß als zarte, die Zapfen in regelmäßigen Abständen umziehende weiße Linien gut zu

sehen sind (*Le*, Fig. 21 u. 22) enthalten nur Stärke und meist weder Fett noch Aleuron wie das übrige Endosperm. Ihr Inhalt dient zur Ernährung der eindringenden Kotyledonarlapfen. Sie selbst werden nebst ihrem Inhalte von diesen aufgezehrt (Fig. 36). In den so gebildeten Spalten dringen nun die Kotyledonarlapfen, die Zapfen des Sekundärperisperms umziehend, bis zum anderen Ende des Samens vor (Fig. 35). Sie funktionieren wie Saugorgane, indem sie allmählich das ganze Endosperm entleeren. Das Eindringen der Kotyledonarzipfel in die Leitbahnen scheint sehr frühzeitig zu erfolgen, bisweilen wohl schon im reifen, noch am Baume hängenden Samen. Wenigstens fand ich sie bei der Handelsware schon bisweilen ein ziemliches Stück weit ins Endosperm vorgedrungen. Der Keimling wird bei der Keimung durch die oben erwähnte Spalte am Mikropylarende (Fig. 29 u. 30) herausgeschoben und nur die Kotyledonarlapfen bleiben im Samen stecken (Fig. 33). Im herausgeschobenen Teile des Keimlings differenzieren sich nun zunächst Plumula und Radicula (Fig. 34), die Radicula dringt in den Boden, die Plumula wendet sich nach oben. Fig. 35 stellt ein vorgefertigtes Keimungsstadium dar und zeigt deutlich, wie die im Samen stecken bleibenden und ihn durchwuchernden Kotyledonarzapfen als Saugorgan fungieren, sie zeigt aber auch, daß die Austrittsöffnung nur soweit erweitert wird, daß der Keimling gerade austreten kann. Dies dient zur Abhaltung von Fäulniskeimen. Auch die Phlobaphene der Perispermzapfen wirken antiseptisch — beides sind also Einrichtungen, die für einen tropischen Samen zur Sicherung des Verlaufes des Keimungsprozesses wichtig sind.

Die Entwicklung und der Bau des Arillus des Samens, der die Samenschale bedeckt, wird weiter unten unter „Macis“ beschrieben werden.

Über die Fruchtschale der zweiklappig aufspringenden Frucht ist nicht viel hinzuzufügen. Der Bau der Fruchtknotenwand ist oben (S. 245) beschrieben worden. Durch lebhafte Teilungen in dem Grundgewebe wird dieselbe erheblich vergrößert (Fig. 16, *frs*), so daß die Dicke der Fruchtschale bei der reifen Frucht circa 10 mm beträgt. Außer zahlreichen Ölzellen, bei denen die resinogene Schicht deutlich wahrzunehmen ist (*rsg*, Fig. 47), finden sich reichlich verzweigte, milchröhrenartige, einen braunen Inhalt führende Sekretbehälter (Kinoschläuche), das Gewebe durchziehend. In den äußersten Partien entstehen durch Sclerotisierung einzelner Parenchymzellen Sclereiden, die sich stark verdicken, meist zahlreiche Fortsätze bilden und so zu Astroclereiden werden. Dieselben verzahnen sich und verwachsen oft untereinander und bilden sehr harte Sclereiden-Nester, die den äußeren Schichten der Fruchtschale eine grobe Härte verleihen.

Die Haarbildungen, die schon beim Fruchtknoten deutlich ausgebildet sind (*t*, Fig. 1) und die der reifen Frucht das sammetartige Aussehen verleihen (*t*, Fig. 15) sind sehr merkwürdig gebaut. Es scheinen Sternhaare zu sein (Fig. 16 *t* u. 16^a), sind es aber doch nicht eigentlich. Die übereinander liegenden Zellen zeigen in der Stielregion Reihenordnung, in der Sternregion ist jede Zelle beiderseits ausgezogen, und da die

Lage der Ausstülpungsstelle wechselt, so kommt bei Betrachtung von oben (Fig. 16^a) das Bild eines Sternhaares zu Stande. Bei der reifen Frucht sind die Haare ziemlich lang. Oft stehen zehn Zellen und mehr übereinander und es entsteht dann oft ein Bild, wie es Fig. 16^b veranschaulicht.

Die Samen von *Myristica argentea* Warb. (long nutmeg, lange Muskatnüsse, Makassar oder Papuanüsse), der einzigen Art, die außer *fragrans* in bemerkenswerter Menge „Muskatnüsse“ in den Handel liefert, sind denen der echten Muskatnuss ähnlich, doch meist schmaler und länger, 20 bis 45 mm lang und 13—25 mm breit. Die im Handel befindlichen Samenkerne sind anatomisch nicht wesentlich von den echten verschieden und auch nur wenig geringer an Wert. Die Samen sind cylindrisch-konisch, an der Basis am breitesten, in der Schale (frisch) glänzend-rotbraun mit seichten Arillusfurchen. Die Außenseite der Samenschale ist feinhöckerig infolge verschiedener Länge der Innenpalissaden. Die Samenschale ist sehr hart. Die Epidermis bildet dünne, polygonale Zellen mit stark verdickter Außenwand. Sie trägt Spaltöffnungen. Das unter der Epidermis gelegene Gewebe wird von Gefäßbündeln und Kinoschläuchen durchzogen, führt Phlobaphen. Die dünnwandigen Außenpalissaden gleichen denen der echten Muskatnuss. Da und dort kommen in dieser Schicht Lücken vor, die durch Auseinanderweichen benachbarter Zellen entstanden sind. Die stark verdickten Innenpalissaden bestehen aus ungleich langen Zellen. Einzelne Gruppen derselben bilden stellenweise spitze Erhebungen, die der Außenseite des getrockneten Samens das schon erwähnte höckerige Aussehen verleihen. Durch das Fehlen der Querfaserschicht, deren Bau ein vorzüglich brauchbares diagnostisches Hilfsmittel bei den *Myristica*-arten ist, unterscheiden sich die Samen von *M. argentea* von allen bisher untersuchten *Myristica*-samen. Unter den Innenpalissaden folgt nämlich direkt eine aus 2—3 Reihen bestehende Lage weiltumiger, parenchymatischer Zellen, die die Querfaserschicht vertritt, dann folgen dünnwandige, mit hellgelbem Inhalte erfüllte, zusammengefallene Zellen.

Das Endosperm ist dem von *M. fragrans* ähnlich und wie dieses von braunen, das ätherische Öl führenden Ruminationsplatten gekammert. Bisweilen sind diese Platten hier breiter und liegen zerstreuter, wie bei der echten Muskatnuss. Die Stärke fand ich hier nicht nur in Form von 5—40 mik großen Körnern, sondern auch als Kleister — wohl infolge unsorgfältigen Trocknens über dem Feuer. Die Aleuronkörner sind wenig deutlich, rundlich, länglich, birnenförmig. Globoide sind bisweilen wahrzunehmen, aber auch hier nicht regelmässig, immerhin besser als bei *M. fragrans*.

Was ist nun die Muskatnuss des Handels? Sie besteht nur aus dem 10—33 mm (meist 20—30) langen und 15—28 mm (meist 15—20) breiten Samenkerne. Sowohl die Fruchtschale wie der Arillus, wie auch die Samenschale bis zum Primärperisperm sind abgelöst. Die braune Hülle, die

den Samenkern bedeckt (Fig. 21 u. 22), ist die innere Schicht des Primärperisperms (Fig. 27, *pPsp*) und die vom Meristem nach außen erzeugte Schicht des Sekundärperisperms (Fig. 27, *sPsp*), von dem auch die braunen Zapfen gebildet werden, die dem Quer- und Längsschnitte durch den Samenkern ein so charakteristisches Aussehen verleihen (Fig. 21 u. 22). An den Stellen wo die Zapfen resp. Platten sich an das übrige Perisperm ansetzen, welche Stellen, von außen betrachtet, den vertieften Stellen der Furchen der runzeligen Außenfläche entsprechen, läuft stets ein Bündel. Diese Bündel anastomosieren untereinander und bilden, da sich der Kalk, mit dem die Muskatnüsse behandelt werden, hauptsächlich in den vertieften Stellen absetzt, das helle Netzwerk, welches der Oberfläche der Muskatnüsse das eigenartige Ansehen giebt.

Die Stelle wo beim Ovulum die Mikropyle liegt, ist auch am Samenkerne deutlich sichtbar. Kurz vor der, wie oben bereits betont, etwas seitlich gelegenen Samenbasis endigen die Perispermalbündel blind. Es folgt nun eine ovale Rinne und dann ein breiter heller Buckel, der die Lage des zweiten Integumentes markiert (Fig. 24). Ungefähr in der Mitte dieses Buckels ist ein kleines, rundes, dunkles Loch oder Spitzchen wahrzunehmen (*Mp*, Fig. 24): die Mikropyle und die Austrittsstelle des Keimlings bei der Keimung (siehe oben). Von diesem, dem Hilum entsprechenden Buckel geht eine seichte, dem Raphebündel entsprechende Furche zu der Stelle, die der Chalaza des Samens entspricht. Dieselbe liegt am entgegengesetzten Ende des Samens, gleichfalls excentrisch, aber auf der anderen Seite und ist durch eine dunklere Vertiefung markiert, in der ein Spitzchen (Fig. 23, \times) sichtbar wird: das Ende des hier abgelösten Raphebündels, der Ast des Raphebündels, der die Verbindung der äußeren Bündel der Samenschale mit den Hüllperisperm-Bündeln vermittelt. So ist die Sache bei der Muskatnuss des Handels, die, wenn man den Kalk mit einer Säure entfernt, rehbraun erscheint.

Betrachtet man dagegen die Muskatnüsse in der Schale, wie solche bisweilen im Handel auftreten, so findet man den Samen mit einer harten, rotbraunen Schale bedeckt, die die flachen und breiten Eindrücke des Arillus zeigt. Da nämlich der Arillus (siehe Macis) schon sehr frühzeitig angelegt wird (Fig. 9, *Ar*), lange bevor die Innenpalissaden sich verdicken, und der Same in dem engen Fruchtfach eingeschlossen ist, so erzeugen die Arilluslappen auf der Oberseite der weichen Samenschale Abdrücke wie in Wachs. Bei der Muskatnuss in der Schale erscheint die Chalaza als ein breiter, etwas excentrisch gelegener Buckel an der Samen Spitze. Von ihr läuft die Raphe als deutliche Linie zur Samenbasis.

Hier, wo der Arillus entspringt und wo der Same an der Basis des Fruchtfaches angewachsen ist, liegt ein gestreckt ovaler, hellerer Fleck: das Hilum, in dessen schmalerem Ende ein dunkler Punkt, ein kleines Loch, die Austrittsstelle des Keimlings, den der Mikropyle entsprechenden Samenmund, bezeichnet.

Der Keimling ist bei der Droge meist vollständig geschrumpft. In den Hüllperispermplatten sind alle Zellwände

durch Phlobaphen gebräunt, die Ölzellen enthalten für gewöhnlich keine Öltropfen mehr (Fig. 27). In dem rings den Samenkern umgebenden Primär- und Sekundärperisperm, besonders in letzterem, sind reichlich rotbraune Phlobaphenmassen, die sich mit Eisenchlorid schwärzen, und in Kali langsam lösen, zu bemerken, die die braune Farbe der Außenseite der Handelsware bedingen; besonders das Sekundärperisperm ist reich daran, so daß die rehbraune Farbe des Samens beim Abscheuern der Primärperispermsschicht dunkelbraun wird.

Die Zellwände des Primärperisperms sind verholzt, die des Sekundärperisperms nicht, die Zellen der ersteren sind größer und tangential gestreckt (Fig. 27) und besitzen reichlich Interzellularen, was man besonders gut auf dem tangentialen Flächenschnitte durch die äußerste Schicht der Muskatnüsse des Handels sehen kann. In den Zellen findet man stets eigentümliche Kristalle (*kr*, Fig. 27). Dieselben treten schon in frühen Entwicklungsstadien des Samens, wenn die Palissaden noch kaum angelegt sind, auf und sind auch für den reifen Samen ein sehr charakteristisches Merkmal. Sie bilden bald Prismen, Säulen, abgestumpfte oder schiefe Plättchen, bald Wetzstein- oder Schwalbenschwanzformen (Fig. 8 u. 27). Beim reifen Samen zeigen sie oft Korrosionserscheinungen. Sie lösen sich in konzentrierter Salzsäure und verdünnter Schwefelsäure, langsam in Alkalien, nicht in Wasser und Alkohol oder Äther, auch nicht in Essigsäure, konzentrierte Schwefelsäure bildet im ersten Moment reichlich Nadeln und dendritisch verzweigte Büschel, die sich aber bei Zufliessenlassen von Wasser leicht lösen. Sie schmelzen, in Wasser bis 100° erhitzt, nicht. Aus diesen Reaktionen geht hervor, daß sie weder ein Fett oder eine Fettsäure, noch ein Kalksalz sein können. Die vorübergehende Bildung von Sulfatnadeln bei Behandeln mit konzentrierter Schwefelsäure legt die Vermutung nahe, daß wir ein schwer lösliches Kalisalz vor uns haben. In der That stimmen ihre Reaktionen am ersten noch auf Weinstein.

Die äußersten Zellen des Primärperisperms enthalten bei der gekalkten Handelsware reichlich kleine Körnchen von kohlen saurem Kalk. Die Zellwände der Ruminationszapfen sind resistent gegen Schwefelsäure. Das zwischen den braunen Platten liegende Endosperm ist bald weiß bei stärkereichen Sorten, bald hornartig bei den fettreichen. Die dünnwandigen Zellen enthalten neben einem Zellkerne reichlich Stärkekörner (Fig. 27, *st* u. Fig. 37). Dieselben sind entweder einfach und alsdann fast genau rund, oder zu 2—6—10—12 (selten bis 20) zusammengesetzt, oft überwiegen die zusammengesetzten. Die Größe variiert zwischen 3 und 18 mik, die meisten messen circa 10 mik. Die größten sind einfach und rundlich. Jedes Korn zeigt einen Spalt (Fig. 37).

Neben der Stärke findet man helle Fettmassen und in jeder Zelle ein nicht gerade sehr deutliches Aleuronkorn (Fig. 38), welches aber nach Jodzunsatz besser hervortritt. Es färbt sich gelb. Diese Aleuronkörner, die ich in schöner Ausbildung in dem von mir aus Asien mitgebrachten Alkoholmaterial fand (sie sind in demselben lichtgelb gefärbt), bestehen fast ausschließlich aus einem wohl ausgebildeten Kristalloid

des hexagonalen Systems, das, wie bei allen nicht keimungsfähigen Samen, sehr resistent ist gegen Reagentien und meist vortreffliche Ausbildung zeigt (Fig. 38). Man findet bald Oktaeder, bald Rhomboeder, bald sechsseitige Tafeln (Fig. 38, y), die, von der Seite betrachtet, wie Nadeln aussehen (Fig. 38, x). Nicht selten zeigen die Kristalloide auch bei der Droge eigenartige Abschmelzungen und Korrosionen der Oberfläche, so daß man den Eindruck erhält, als seien sie schon in Lösung begriffen (Fig. 38). Mehr wie ein großes Aleuronkorn pflegen die Zellen nicht zu enthalten. Doch finden sich bisweilen außer dem Solitär, entweder diesem aufsitzend oder isoliert, kleinere Proteinkristalloide in der Ein- oder Mehrzahl. Globoide sind neben den Kristalloiden nur sehr selten zu finden, nie in so prächtiger Ausbildung wie bei *Myristica surinamensis* (Angew. Anatomie, Fig. 37), deren Aleuronkörner auch ganz vorzüglich ausgebildete Kristalloide besitzen. Grundmasse sieht man häufiger. In der Randschicht des Endosperms fehlt ebenso wie in den Leitbahnen in der Regel das Aleuron. Stärkearme und fettreiche Muskatnussorten besitzen meist besser ausgebildete Aleuronkörner. Stärke und Aleuron sind in festes, farbloses Ölplasma eingebettet. Das Fett kann man sich durch Erwärmen des Schnittes deutlich machen: Es fließt zu Tropfen zusammen, die in Schwefelsäure unlöslich sind. Bis-

weilen ist es in den Zellen kristallisiert (Nadeln, Blättchen). Aus siedendem Alkohol kristallisiert es in feinen verzweigten Nadelbüscheln am Schnitte aus.

Die Zellen der Leitbahnen (*Le*, Fig. 21 u. 22), die in einiger Entfernung von den braunen Platten das Endosperm durchziehen und zwischen denen demgemäß meist noch eine Partie normalen Endosperms (x, Fig. 21 u. 22) liegt, enthalten fast nur Stärkekörner, die zudem oft kleiner sind, als die des übrigen Endosperms. Besonders in den äußeren Partien des Endosperms findet man bisweilen einzelne Zellen gebräunt (x, Fig. 27). Diese enthielten im unreifen Samen Gerbstoff.

Das Pulver der Muskatnüsse bietet wenig Charakteristisches. Es besteht vorwiegend aus den aus den Zellen herausgelösten Zellinhalten der farblosen Endospermzellen, d. h. aus Stärkekörnern (Fig. 37) und Fragmenten von Fett bzw. Fettplasma. Selten findet man Aleuronkörner. Erhitzt man das Pulver in Chloral, so ist nunmehr das ganze Präparat mit Öltropfen übersät, die beim Erkalten kristallisch erstarren. Zwischen den Endospermfragmenten findet man auch Fragmente des rotbraunen Perisperms, des äußeren und des inneren und der Zapfen, selten auch Gefäßbündelfragmente. In dem Primärperisperm sind Kristalle (Fig. 8) bemerkbar.

Macis.

Banda-Macis.

Die Macis- oder Muscatblüte ist der Arillus des Samens von *Myristica fragrans*. Die Bildung dieses Samenmantels erfolgt sehr frühzeitig. Schon in der noch ungeöffneten Blüte bemerkt man sowohl am Hilum, wie am äußeren Integumente, rings um das Exostom, eine kleine Anschwellung. Der Arillus von *Myristica* ist also eine eigenartige Zwischenform zwischen Arillus und Arillodium, denn er entspringt sowohl vom Funiculus wie vom Exostomrande. Die erste Anlage erfolgt am Funiculus. Diese verbreitet sich dann sowohl um das Hilum wie um den Exostomrand herum. In einem Ovulum von 2 mm Dicke (Fig. 9) ist der Rand des jungen Samenmantels, der nunmehr schon einen Basalbecher bildet, in Lappen zerschlitzt, die jeder mit einem Spitzenmeristem versehen sind und in einem wenig größeren Ovulum (Fig. 10) stoßen die Lappen bereits an der Chalaza zusammen. Von nun an wächst Arillus und Same gemeinsam. Schon in dem ein Ovulum von 3,5 mm Durchmesser umgebenden Arillus sind sowohl die Ölzellen als die Gefäßbündel fertig angelegt. In einem etwas späteren Entwicklungsstadium waren Kristalle sichtbar, die später dann verschwanden. Die Exostomöffnung, die anfangs (Fig. 10) deutlich sichtbar ist und die Basis des Arillusbeckers als rundliche Öffnung durchbohrt, verwächst allmählich, indem sich der Becher unten schließt. Beim reifen Samen ist an der Basis des Beckers, wenn man denselben, während er noch am Samen ansitzt, betrachtet, ein vertieftes ovales Feld mit den Eintrittsstellen der Gefäßbündel sichtbar.

Der fertige Arillus legt sich um den ganzen Samen herum (Fig. 15). An der Spitze schieben sich seine Lappen sogar übereinander, doch niemals zu einem so festen Knäuel wie bei der Bombay-Macis, wo an der Spitze des Samens ein fester Kegel dicht übereinander und durcheinander geschobener Arillarlappen liegt. Etwas unter den Stellen wo die Lappen sich zerschlitzen, zeigt der Arillus schon tiefe Längsfurchen.

Auf der festen Samenschale findet man die Abdrücke des weichen Arillus, da der letztere früher sich entwickelt, als sich die Sclereiden der Samenschale verdicken.

Der fertige Samenmantel, die Macis des Handels, ist beiderseits von einer Epidermis bedeckt, deren Zellen an der Innen- und Seitenwand nicht sehr stark, an der Außenwand außerordentlich stark verdickt sind (Fig. 39, *Ep*). Die Wand besteht (bis auf die Kuticula) aus Cellulose. Die dicke Außenwand zeigt oftmals schöne Schichtung, quillt besonders in heißem Wasser stark, ja scheint sogar bei längerem Kochen sich darin zu einem Celluloseschleim partiell zu lösen. Von der Fläche gesehen, sind die Epidermiszellen außerordentlich lang, parallelwandig, durch horizontale oder schiefe Querwände voneinander geschieden (Fig. 40, *Ep*), an den Seitenwänden hier und da getüpfelt. Bisweilen sind mehrere Schichten hypodermatisch ausgebildet, ohne daß man jedoch von einem eigentlichen Hypoderm sprechen kann. Diese bisweilen auf bestimmte Stellen lokalisierte Verstärkung der Epidermis ist besonders an der Basis des Arillus sichtbar und bevorzugt

hier die Innenseite des Arillus, in den mittleren Teilen ist sie seltener, oben fehlt sie. Wenigstens eine, und zwar die subepidermale Zellreihe, ist in den unteren Teilen des Arillus fast immer dickwandiger als das innere Gewebe (\times , Fig. 39). Auf dem Querschnitte erscheint das Lumen der Epidermiszellen meist tangential gestreckt (Fig. 39, *Ep*) oder rechteckig, niemals ausgesprochen radial gestreckt.

Das zwischen den Epidermen gelegene Gewebe besteht der Hauptmasse nach aus einem parenchymatischen dünnwandigen Gewebe, dessen isodiametrische Zellen mit eigentümlich geformten Amylodextrinstärkekörnern erfüllt sind. Diese Amylodextrinstärkeköerner sind selten rundlich oder scheibenförmig, meist stäbchenförmig gestreckt, dabei oftmals wulstig verbogen, gekrümmt oder an den Enden beiderseits verbreitert (Fig. 45; vergl. auch Angew. Anatomie, Fig. 95). Man kann sie sich am besten dadurch sichtbar machen, daß man die Fettmasse, in die sie eingebettet sind, durch Äther oder Alkohol entfernt. Sie färben sich mit Jod-Jodkalium rotbraun, quellen in Kali und in heißem Wasser und lösen sich in kochendem. Die Lösung wird durch Jod rot gefärbt. Sie messen meist 1,5 bis 10 Mik und zeigen selten eine deutliche Schichtung, meist sind sie homogen. Ich halte die Körner nicht für Amylodextrin, sondern für Amylodextrinstärke. Außer dem Fett, das man sowohl durch Erwärmen, wie auch durch konzentrierte Schwefelsäure zu großen farblosen Tropfen zusammenfließen lassen und so leicht sichtbar machen kann, enthält die Grundmasse, in welche die Amylodextrinkörner eingebettet sind, noch kleine Mengen durch Eosin tingierbare plasmatische Substanzen (es ist also Ölplasma) und etwas Dextrin (nur makrochemisch nachweisbar). In jungen Arillen sind bisweilen noch mehrere kleine Amylodextrinkörner in einen ründlichen Plasmakörper eingebettet, so daß man hier und da den Eindruck empfängt, als würden auch diese Körner (wie oftmals die Stärke) von Stärkebildnern erzeugt.

Die sehr frühzeitig im Arillargewebe angelegten Ölzellen messen bis 105 Mik (meist circa 70) im Durchmesser und sind ziemlich regellos im Grundgewebe verteilt; sowohl in den äußeren wie in den inneren Schichten findet man sie und nur selten sind sie zu Gruppen von zwei oder drei vereinigt. Die Zahl der Sekretzellen variiert, ist aber nie so groß wie bei der Bombay-Macis. Sie enthalten meist nur wenige Tröpfchen ätherisches Öl, aber in der Regel eine deutliche resinogene Schicht (*rsg*, Fig. 39 u. 40), der Wand anliegend und vielleicht zur Wand gehörend, die in Chloral quillt und alsdann ihre vacuolige Struktur hervortreten läßt. Bisweilen findet man aber auch in den Sekretzellen einen gelben Balsam. In der resinogenen Schicht erfolgt die Bildung des ätherischen Öles. Gegen das Lumen zu ist sie von einer zarten „inneren Haut“ (Taf. 32, Fig. 8) bedeckt. Die Wand der Ölzellen besitzt eine zarte verkorkte Lamelle, eine für alle Ölzellen charakteristische Eigentümlichkeit (Angew. Anatomie, S. 475). Die resinogene Schicht ist gelb gefärbt, bei der gelben Droge das einzig sichtbar gefärbte Element des Querschnittes. Dagegen enthalten sämtliche Parenchymzellen des frisch lebhaft roten Arillus, wie ich mich durch Beobachtung an Ort und Stelle überzeugte,

einen roten Zellsaft, der beim Trocknen sich in gelb verfärbt und durch Infiltration in die Membranen des Gewebes und die Ölzellen gelangt. Bei einigen Myristicaarten (*M. silvestris*, *M. iners*) fand ich rote Chromatophoren in dem Arillargewebe bei Untersuchung frischen Materials, der gelbe Farbstoff war in Öl gelöst. Der in der geschlossenen unreifen Frucht eingeschlossene Arillus ist mattgelb. Er rötet sich erst, wenn die Frucht aufspringt. Hand in Hand mit dem Erröten geht das Auftreten der Amylodextrinstärkeköerner. Bei einer fast reifen Frucht fand ich im Arillus nur Plasma.

Das Grundgewebe ist von zahlreichen Gefäßbündeln (*gfb*, Fig. 39 u. 40) durchzogen.

Ammoniak färbt die resinogene Schicht, wo sie erhalten ist, und den Inhalt der Ölzellen rotbraun, Ammoncarbonat und Soda gelbbraun, Kali löst den Inhalt der Ölzellen mit gelber Farbe, die nicht von Filtrierpapier aufgenommen wird, die resinogene Schicht wird dabei rotbraun. Kalichromat färbt anfangs gar nicht, betupft man aber den Schnitt vorher mit einem Tropfen Alkohol, so färbt sich der Inhalt und die resinogene Schicht ein wenig dunkler. Kalipyrochromat, Schwefelsäure, Salzsäure, Chromalaun, Eisenchlorid, Barytnitrat und Bleiacetat geben keine Reaktion.

Die zur Verfälschung der echten Macis benutzte Bombay-Macis, der nicht aromatische Arillus von *Myristica malabarica* Lam., der, für gewöhnlich wenigstens, eine erheblich dunklere, rotbraune Farbe hat, besitzt im großen und ganzen den gleichen Bau wie die officinelle Banda-Macis, doch zeigen sich einige bemerkenswerte anatomische Eigentümlichkeiten, die es erlauben, die Bombay-Macis auf den ersten Blick von echter zu unterscheiden. Zunächst weichen die Epidermiszellen von denen der echten Macis ab. Sie sind im Querschnitte der Regel nach entschieden radial-gestreckt*) und höher als breit und besitzen oft ein großes Lumen. Selbstverständlich kommen hier und da auch niedrigere vor, aber die Regel bildet die Radialstreckung (Fig. 41, *Ep*). Tangentialstreckung ist höchst selten. Ein weiteres Merkmal ist die typische Einschichtigkeit der Epidermis, d. h. es finden sich nur selten hypodermatische Verstärkungen wie bei der Banda-Macis. Hier und da freilich ist auch einmal eine verdickte Zelle der Epidermis angelagert, aber dies ist selten und diese Zellen scheinen dann ebenso wie der bei *y*, Fig. 41, abgebildete Fall durch Tangential-Teilung der Epidermiszellen entstanden zu sein, welche Teilungen hier nicht gerade selten sind. Überhaupt hebt sich bei der Bombay-Macis die Epidermis viel kräftiger von dem darunter liegenden Gewebe ab, wie bei der Banda-Macis. Von der Fläche betrachtet (Fig. 42, *Ep*), erscheinen die Epidermiszellen auch bei der Bombay-Macis langgestreckt und stets mit spitzen, parenchymatischen Enden ineinander geschoben. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal liegt in den Sekretzellen. Dieselben sind bei der echten Macis, wie oben erwähnt, meist leer, bei der Bombay-Macis dagegen mit einer orangegelben bis gelbbraunen

*) Die auf Fig. 96, 254 und 555 der Angew. Anatomie dargestellte Macis ist Bombay-Macis, nicht Banda-Macis.

Sekretmasse erfüllt, die sich in Alkohol nicht löst. Die äußeren Sekretzellen sind tiefer gefärbt, die inneren oft nur gelb. Die inneren enthalten einen lichtgelben Balsam, die äußeren einen gelbroten Harzklumpen. Die Zahl der Sekretzellen ist bei der Bombay-Macis zudem erheblich größer und auch ihr Durchmesser übertrifft etwas den der Sekretzellen der Banda-Macis. Er steigt bis 100—120 mik. Sie sind oft radial-gestreckt, und liegen häufig zu mehreren beisammen, Gruppen bildend. Dazu kommt, daß sie in ihrer Lage die Ober- und Unterseite bevorzugen und die Mitte frei lassen. Besonders in den oberen Teilen des Arillus tritt dies deutlich hervor, weniger an der Basis.

Das Grundgewebe der Bombay-Macis enthält neben Fett ebenfalls Amylodextrinstärkeköerner. Dieselben treten hier viel deutlicher hervor als bei der Banda-Macis, sind auch bisweilen (nicht immer) etwas größer (3,5—10 mik) als die Körner jener. Die rundlichen Formen prävalieren (Fig. 46), während bei der Banda-Macis die Stäbchenform die typische ist (Fig. 45).

Ammoniak färbt den Inhalt der Sekretzellen orangerot bis rubinrot, die gelben Zellen grünlich, ebenso nur schwächer Ammonkarbonat und Soda, Kali löst den Inhalt vollständig mit orangeroter Farbe, Fließpapier wird durch die Lösung wie bei der Kamala gefärbt. Diese Farbe geht durch Säuren in gelb über. Die alkalische Lösung giebt ein breites Absorptionsband im grün und blau, das den alkalischen Banda-Macislösungen fehlt. Konzentrierte Schwefelsäure färbt die Sekretzellen orangerot, das Grundgewebe gelb bis orange. Eisenchlorid färbt langsam den Inhalt der Sekretzellen am Rande rotbraun, ebenso färben sich auch die die Sekretzellen umgebenden Parenchymelemente mit Eisenoxysalzen, aber besser als die Sekretzellen. Betupft man den Schnitt mit Alkohol und setzt dann Kalipyrochromatlösung zu, so wird die Farbe sofort braunrot bis braunschwarz. Barytnitrat färbt die Sekretzellen schwach blutrot.

Der Innenseite des Arillus der Bombay-Macis hängt oft eine graue papierdünne Haut an. Es ist dies die sich leicht ablösende parenchymatische äußerste Schicht der Samenschale (Fig. 43 u. 44), und zwar die Epidermis (*Ep*, Fig. 43 u. 44)

und das darunter liegende, Phlobaphen führende Parenchym (*Par*).

Die Papua-Macis, die schmutzig grau- bis braunroten, wohlriechenden Arillen der *Myristica argentea* Warb., sind denen der Banda-Macis ähnlich gebaut. Die Epidermiszellen sind ziemlich unregelmäßig, nie radial-gestreckt im Querschnitt. Sie nähern sich denen der Banda-Macis. Besonders charakteristisch für diese Macis ist die beiderseits reichliche hypodermatische Verstärkung der Epidermis (in den unteren Partien oft 3—4 Reihen Hypoderm) und die relativ erhebliche Dicke der Wände des Grundparenchyms. Die Gefäßbündel sind klein, die Ölzellen spärlich, viel spärlicher als bei der Banda-Macis. Der Geruch ist denn auch ein viel schwächerer. Der Umriss der Ölzellen ist ein sehr unregelmäßiger. Die Amylodextrinstärkeköerner sind meist knochenförmig, viereckig oder rundlich. Sie sind 5—13 mik lang. Mit Kali, Ammoniak und Schwefelsäure erhält man undeutliche Reaktionen, bezw. solche, die denen der Banda-Macis gleichen. Andere Macis-sorten kommen zur Zeit nicht in Betracht.

Das Pulver der Macis besteht fast nur aus den Amylodextrinstärkeköernern, deren Gestalt (Fig. 45) und Jodreaktion sehr charakteristisch ist; daneben finden sich Öltropfen. Fragmente der Parenchymzellwände, der Gefäßbündel mit den (verholzten) Spiralgefäßen und der verkorkten Ölzellen sind im Chloralpräparat, die der Epidermis im erwärmten Wasserpräparate zu finden. Hier und da findet man einmal einen Rest der stärkeführenden Samenschalepidermis, die beim Ablösen der Macis bisweilen von der Samenschale, der sie fest anliegt, mit abgerissen wird. Stärke fehlt sonst ganz.

Eine Beimengung von Papua-Macis zum Pulver ist mikroskopisch nicht zu ermitteln, eine Beimengung von Bombay-Macis dagegen leicht, da selbst die hellen Sorten dieser Macis stets einige orangerote Sekretzellen enthalten, deren Inhalte, da sie beim Pulvern in toto aus den Zellen herausfallen, als orange-gelbe Klumpen im Präparate sichtbar werden. Zum Überflusse kann man dann noch die Reaktionen mit Kalichromat (mit oder ohne Erwärmen auf dem Objektträger) und mit Alkalien, z. B. Ammoniak, machen (siehe oben).

Erklärung der Abbildungen.

Myristica fragrans Houtt.

(Tafel 56.)

- Fig. 1. Längsschnitt durch einen Fruchtknoten und die Mediane des Ovulums.
 " 2. Ganz junge Frucht, 13 mm lang, 7 mm breit, von vorn.
 " 3. Dieselbe von der Seite.
 " 4. Dieselbe längsdurchschnitten.
 " 5-7. Sekundäre Querdurchschnitte durch einen jungen Samen von 2 mm Durchmesser, dessen Arillus schon ein Stück weit entwickelt ist. Fig. 5 oben an der Chalaza, Fig. 6 unten, wo das zweite Integument sichtbar ist. Fig. 7 an der Spitze. Hier ist schon der Arillus sichtbar (*Ar*). Lupenbild.
 " 8. Kristalle aus dem Primärperisperm (Samenhaut) des reifen Samens.
 " 9. Junger Samen von 2,5 mm Durchmesser im medianen Längsschnitt. Lupenbild. Der Arillus ist angelegt, die Einfaltungen noch nicht.
 " 10. Älterer Same von circa 3,5 mm Durchmesser. Längsschnitt. Lupenbild. Die Arilluslappen stoßen schon oben an der Chalaza fast zusammen, die Ruminationsfalten sind angelegt (mit Benutzung einer Meyerschen Figur).
 " 11. Aus dem Querschnitte durch einen Samen von 2 mm Durchmesser. Erste Anlage der Ruminationsfalte und Thätigkeit des Perispermmeristems (*Me*). Primärperisperm (*pPsp*) und Sekundärperisperm (*sPsp*) bereits differenziert. Oben das Raphebündel. Das dazwischen liegende Gewebe \times — \times ist fortgelassen.
 " 12. Ältere Ruminationsfalte aus einem Samen von 6 mm Durchmesser. Das innere und äußere Dauergewebe (*Da*, und *Da₂*) sind deutlich.
 " 13. Ältere Frucht, 22 mm lang, 17 mm breit von der Seite.
 " 14. Querschnitt durch einen Samen von 6 mm Durchmesser. Die Ruminationsfalten (Fig. 12) deutlich. Lupenbild.
 " 15. Reife Frucht, in der Mitte aufgesprengt.
 " 16. Querschnitt durch die Fruchtschale und die Randschicht einer (2 mm dicken) Samenanlage.
 " 16a. Haare vom Fruchtknoten.
 " 16b. Haare von der Fruchtschale.
 " 17-19. Entwicklungsgeschichte der Palissaden der Samenschale und der angrenzenden Schichten. Auf einander folgende Stadien (mit Benutzung der Hallströmschen Figuren).
 " 20. Fertige Samenschale des reifen Samens, äußerer Teil. Die Zahlen 1-7 in Fig. 16-20 u. 26 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.

Myristica fragrans Houtt.

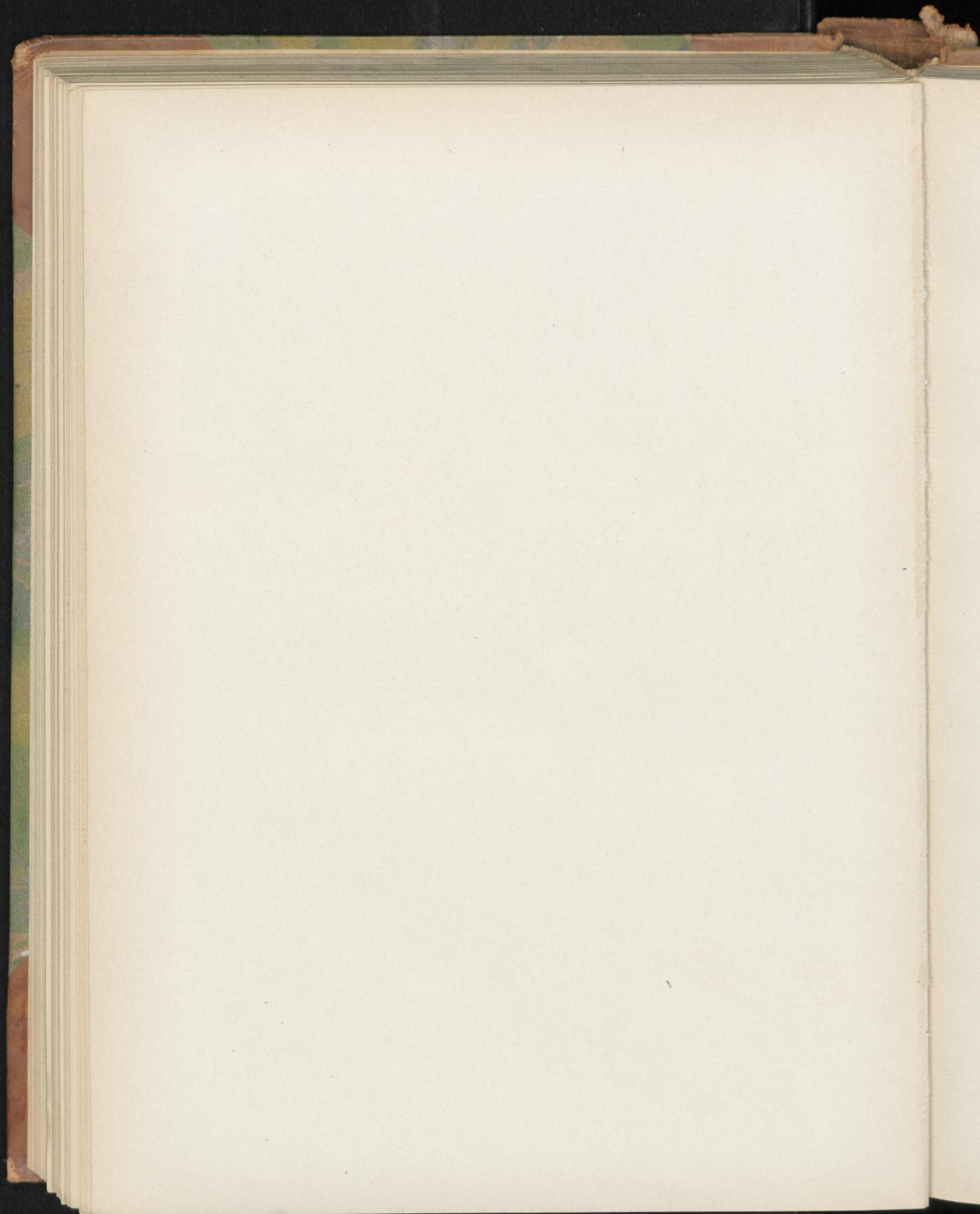
(Tafel 57.)

- Fig. 21. Querschnitt durch einen Samenkern der Handelsware. Lupenbild. *Le*, Leitbahnen.
 " 22. Längsschnitt durch einen Samenkern der Handelsware. Bei \times , beginnt hier und in Fig. 24 der helle Wulst der Samenbasis mit einer Ringrinne. *Mp*, Mikropylarspalt. Chalaza und Mikropyle (Hilum) liegen seitlich. Lupenbild.
 " 23. Samenkern der Handelsware von hinten. *Chal*, vertiefte Chalaza. Bei \times Eintrittsstelle des Raphebündels in den Samenkern. *Ra*, Rinne, die der Raphe der (abgelösten) Samenschale entspricht.
 " 24. Samenkern der Handelsware von vorn. Der helle Wulst der Samenbasis, der der Lage des inneren Integumentes entspricht, zeigt in der Mitte einen schwarzen Punkt: die Mikropylarspalte (*Mp*).

- Fig. 25. Ruminationsplatte eines jungen unreifen Samens, bei dem das äußere Sekundärperisperm durch den Embryosack nahezu aufgezehrt worden ist (*Da, obl*) und bereits Endospermabildung am Rande des Zapfens begonnen hat. Die Ölzellen (*seb*) sind schon zum Teil gebildet.
 " 26. Querschnitt durch die reife Samenschale und das angrenzende Perispermal- und Endospermalgewebe. Die Bezeichnungen korrespondieren mit Fig. 20 (mit Benutzung einer Bergschen Figur).
 " 27. Ruminationsplatte eines reifen Samens der Handelsware im Querschnitte. *y*, Körnchen von Kalkcarbonat. Die Entwicklungsgeschichte der Ruminationsplatte erhellt aus dem Vergleich der Figuren 11, 12, 25 u. 27.
 " 28. Medianer Längsschnitt durch die Chalaza eines 11 mm langen Samens. Eintrittsstelle des Raphebündels (*Ra*) in den Samenkern.
 " 29. Medianer Längsschnitt durch die Mikropylarpartie eines 20 mm dicken Samens. Der Embryo (*Em*) ist ausgebildet, der Austrittskanal (*Ka*) für den Keimling ist deutlich. Er durchsetzt sowohl das innere Integument (*I*) wie auch das äußere. Der Arillus (*Ar*) hat die Hilumsöffnung noch nicht geschlossen.
 " 30. Medianer Längsschnitt durch die gleiche Partie am reifen Samen. Mittlere Partie des Austrittskanals bei den Innenpalissaden. Die innere Partie des inneren Integumentes und die äußere Partie des äußeren sind fortgelassen.
 " 31. Keimling aus einem nicht ganz reifen Samen, herauspräpariert.
 " 32. Keimling aus dem reifen Samen der Handelsware herauspräpariert, die Saugfortsätze der Kotedonen abgebrochen (\times).
 " 33. Erstes Keimungsstadium: Der Keimling (*Kn*) drängt sich heraus, die Kotedonen entsenden ihre Saugfortsätze auf den Leitbahnen (*Le*) in das Endosperm.
 " 34. Zweites Keimungsstadium: Der Keimling hat sich herausgeschoben, Radicula und Plumula sind differenziert, die Basis der Kotedonen ist verdickt und verschließt die Austrittsöffnung des Keimlings. Sie bildet den Stiel (*Syst*) der Saugorgane. Bei Fig. 33 u. 34 ist die harte Samenschale fortgelassen.
 " 35. Drittes Keimungsstadium: Die Saugfortsätze sind in den Leitbahnen wandernd fast bis an das andere Ende des Samens, zur Chalaza, vorgedrungen. Die Radicula ist zur Wurzel (*rad*), die Plumula zum beblätterten Stengel (*st*) geworden, die Saugorganstiele (*sgst*) verschließen die Austrittsöffnung hermetisch.
 " 36. Die Spitze eines der Saugfortsätze der Kotedonen auf der Leitbahn (*Le*) vorwärts dringend und das umgebende Endosperm entleerend.
 " 37. Stärke aus dem Endosperm der reifen Muskatnufs.
 " 38. Aleuronkörner aus dem Endosperm der reifen Muskatnufs.
 " 39. Querschnitt durch den Arillus von *Myristica fragrans*, die Banda-Macis des Handels.
 " 40. Succedane Flächenschnitte durch die Macis. Bezeichnungen wie in Fig. 39.
 " 45. Amylodextrinstärkekörner der Banda-Macis.
 " 47. Ölzellen mit der resinogenen Schicht.

Myristica malabarica Lam.

- Fig. 41. Querschnitt durch den Arillus von *Myristica malabarica*, die Bombay-Macis des Handels.
 " 42. Succedane Flächenschnitte durch die Bombay-Macis. Bezeichnungen wie in Fig. 41.
 " 43. Querschnitt durch die graue Haut, die der Bombay-Macis innen ansitzt, d. h. durch die äußerste Schicht der abgelösten Samenschale.
 " 44. Flächenschnitte durch diese Haut.
 " 46. Amylodextrinstärkekörner aus der Bombay-Macis.





in
β)
in
Kel
bei
kno
fäc
Nu
lini
Fig
Tei
unc
ent
ent
Tei
Bü
ber
(Fi
zei
bec
che
gu
no
lic
ber
jun
un
da
vo
zu
an
wo
(F
Te
sch
Di
W
sch
au

Ve
et