

IV. Spezielle Morphologie und Anatomie
der
äußeren Organe der Pflanze
und
Pharmakognosie der als Drogen verwendeten Pflanzenteile.

§ I. Die Samen.

1. Allgemeine Morphologie und Anatomie der Samen*),
der Angiospermen.

Unter Samen versteht man, wie wir schon sahen, die in ganz jugendlichem Zustande befindliche Pflanze samt den noch von ihrer Mutterpflanze herstammenden Hüllen und Nährgeweben, soweit sie aus der Samenknospe hervorgingen.

Das morphologische Verständnis des Samens und die Definition der verschiedenen Teile desselben hängen so eng mit der Entwicklungsgeschichte des Samens zusammen, daß es zweckmäßig ist, letztere voranzustellen. Vorzüglich ist es nötig, daß man im Auge behält, wie sehr der feinere Bau des Samens sich ändert, je nachdem der Samen aus einer gerad-, gegen- oder krummläufigen Samenknospe hervorging.

Die Samenknospe ist eines der 5 Hauptorgane der Pflanze, welche wir unterschieden. Man kann sie leicht als sandkorngroße Gebilde finden, wenn man den Fruchtknoten einer Mohnblüte, einer Hyacinthe u. s. w. durchschneidet. Ihre Entwicklungsgeschichte ist eine einfache. Die Samenknospe bildet sich stets als eine exogene meristematische Wucherung der jungen Fruchtblätter oder der jungen Blütenachse (siehe Fig. 82). Es beteiligen sich am Aufbaue des anfangs hervortretenden kleinen Gewebehöckers zugleich mit der Epidermis Zellen des unter ihr liegenden Gewebes, ähnlich wie bei der Entstehung eines Achsenzweiges oder der

*) Die Entwicklung des Samens der Gymnospermen ist bei Fructus Juniperi genau geschildert und wird das dort Gesagte nach der Auseinandersetzung über die Samen der Angiospermen ohne weiteres verständlich sein.

meisten Blätter. Je nach der definitiven Gestalt, welche die Samenknope haben soll, vermehren und wachsen die Meristemzellen der verschiedenen

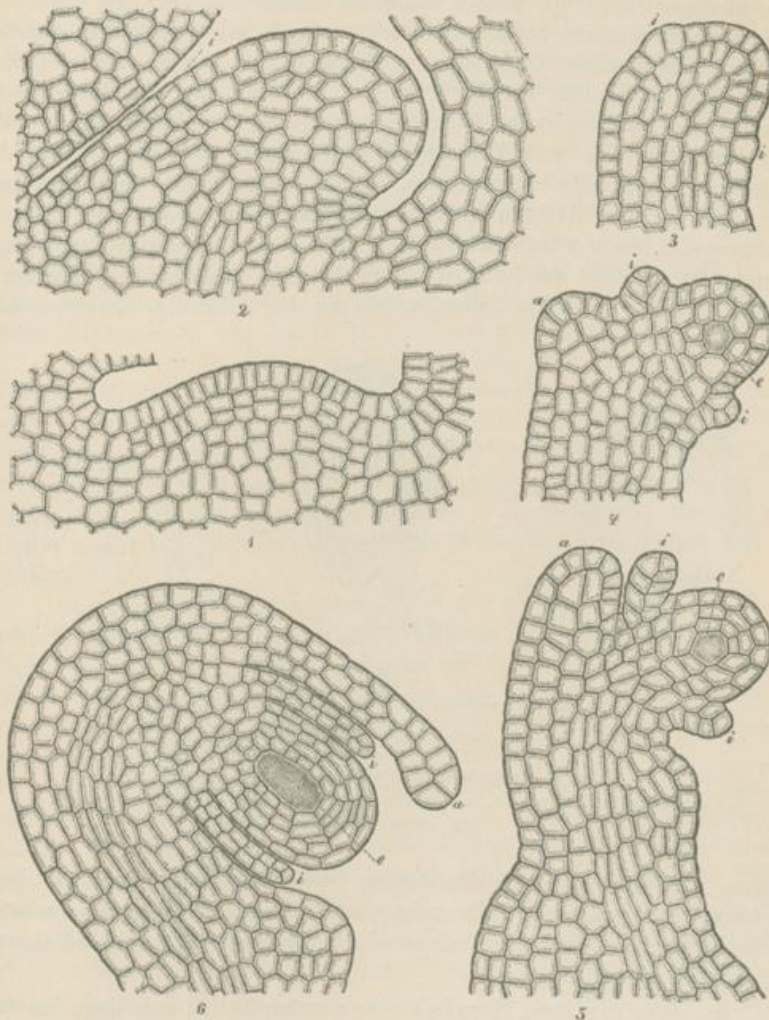


Fig. 82.

Entwicklung der anatropen Samenknope von *Oenothera biennis* L.

1 Querschnitt der jungen Placenta. 2 Querschnitt der älteren Placenta. 3 Längsschnitt einer jungen, aus dem Placentagewebe durch Teilung und Wachstum hervorgegangenen Samenknopeanlage mit den Mutterzellen *i* des inneren Integumentes. 4 Längsschnitt einer etwas älteren Samenknope; — *i* Anlage des inneren, *a* Anlage des äußeren Integumentes, *c* Zelle des Gewebes, welche später zum Embryosack wird. 5 noch ältere, 6 fast vollendete Samenknope

Regionen der Anlage verschieden stark, so daß die Umrissform sich successive ändert, wie aus der Fig. 82 ersichtlich. Sind mehrere Integumente vorhanden, so entsteht hierbei das innerste meist zuerst, alle als

ringförmige Wucherungen der Basis des Gewebehöckers, dessen Spitze zum Nucellus wird. Eine Meristemzelle, welche der Spitze der jungen Samenknospe nahe liegt, wächst besonders kräftig und wird zum Embryosack, welcher übrigens bei seinem Wachstum mehr oder weniger zahlreiche Meristemzellen seiner Umgebung verdrängen kann, was soweit gehen kann, daß schließlich der Embryosack fast direkt an das Integument grenzt, das Nucellusgewebe fast ganz zerstört ist. Der Embryosack teilt sich, nachdem sich sein Zellkern in 8 Tochterkerne geteilt hatte, in 7 Zellen. Die größte dieser Zellen, welche einen durch Verschmelzung von zwei Tochterzellkernen entstandenen Kern erhält, behält den Namen Embryosack; besser würde man für diese Zelle einen besonderen Namen einführen, sie vielleicht zur Unterscheidung von dem Embryosack „Nährsack“ nennen können. 3 nackte Zellen, welche an der Spitze des Embryosackes

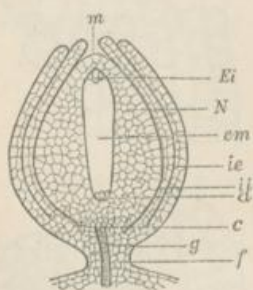


Fig. 83.

Fig. 83. Längsschnitt durch eine atrophe Samenknospe.

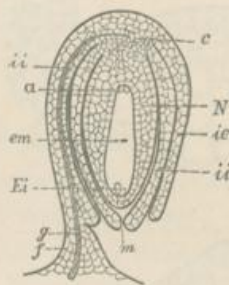


Fig. 84.

Fig. 84. Längsschnitt durch eine anatrope Samenknospe.



Fig. 85.

Fig. 85. Kampylotrope Samenknospe (*Beta vulgaris*).

f Funikulus. e Embryosack. n Nucellus. ii inneres und ai äußeres Integument.
(Fig. 85 30fach vergr.)

liegen, sind zum Ei und den beiden Gehülffinnenzellen geworden, die 3 anderen, meist mit einer Zellmembran umgebenen Teilzellen der Embryosackzelle liegen am unteren Ende des Embryosackes und werden als Gegenfüßlerinnen bezeichnet.

An einer fertigen Samenknospe unterscheidet man dann im vollkommensten Falle folgende wichtige Teile, welche wir zuerst an der einfachsten Form der Samenknospe kennen lernen wollen, an der anatropen Samenknospe. Das Gebilde sitzt mit einem kleinen Stiele dem Fruchtblatte oder der Blütenachse an, welchen man als Stiel oder Funikulus (Fig. 83 f) der Samenknospe bezeichnet. Dieser Stiel trägt direkt eine etwa eiförmige Gewebemasse, den Nucellus (N), in welchem als große Zelle der Embryosack (em) liegt, in dessen oberes Ende die kleine Eizelle (Ei) und die beiden Gehülffinnen, in dessen Basis die Gegenfüßlerinnen (a) hineinragen. An der Basis des Nucellus entspringen zwei

(oder nur eine, wie bei *Oenanthe* und übrigens bei den meisten sympetalen Dikotyledonen) dünne, aus Zellgewebe bestehende, den Nucellus dicht becherförmig umschließende Hüllen, das innere (*ii*) und das äußere Integument (*ie*), welche oben eine feine Öffnung über der Spitze des Nucellus lassen, die Mikropyle (*m*). Nucellus und Integumente bestehen aus Meristemzellen, nur im Funikulus verläuft ein kleines Gefäßbündel (*g*), welches etwa in der Insertionshöhe der Integumente endigt.

Die eben beschriebene einfachste Form der Samenknospe, die atrope oder orthotrope oder geradläufige, ist nicht die am häufigsten vorkommende Form. Die meisten Samenknospen sind anatrop. Eine anatrophe Samenknospe ist in Fig. 84 abgebildet. Bei ihr ist der Stiel am Rande des äußeren Integumentes inseriert, so daß die Mikropyle neben dem Funikulus liegt. Das Gefäßbündel durchläuft den Stiel und das äußere Integument und dringt bis zur Basis des Nucellus vor.

Seltener als die beiden anderen ist eine dritte Form der Samenknospen, welche man als kamyplotrope bezeichnet hat. Bei den kamyplotropen Samenknospen (welche z. B. bei den Caryophyllen, Gramineen vorkommen), sind der Nucellus und der Embryosack gekrümmt; die Lage der Mikropyle ist dieselbe wie bei den anatropen Samenknospen. Es giebt schließlich Übergänge zwischen den 3 Hauptformen, wie wir eine solche z. B. bei *Colchicum autumnale* finden, die man hemianatrop nennt.

Aus diesen Samenknospen entsteht der Samen, sobald die Eizelle, nach Eindringen des Pollenschlauches bis zum Nucellus, durch Eindringen eines Zellkernes des Pollenschlauches in das Ei und durch Verschmelzung des Zellkernes des Eies und desjenigen des Pollenschlauches befruchtet worden ist. Der Befruchtungsprozeß bringt sonst keine sichtbare Änderungen in dem Baue der Samenknospe hervor.

In dem befruchteten Samen beginnt die Eizelle sofort die Teilungen und das Wachstum, durch welche die Eizelle schließlich zu der jungen Pflanze, dem Embryo, wird. Gehülfinnen und Gegenfüßlerinnen sterben ab, der Embryosack teilt sich hingegen ebenfalls in zahlreiche Zellen, indem er zugleich heranwächst, und das so aus der Nährsackzelle entstehende Gewebe, welches am besten Embryosackgewebe genannt wird, wird entweder vom wachsenden Embryo verdrängt und zerstört, oder es bleibt bis zur Reife des Samens erhalten und füllt sich dabei, zu einem Nährgewebe, dem Endosperm, werdend, mit Reservestoffen. Das Gewebe des Nucellus wächst anfangs auch mit, wird aber doch meist bald verdrängt und zerstört, selten entwickelt es sich weiter und füllt sich mit Nährstoffen, dann nennt man es Perisperm. Es kann auch teilweise mit zum Aufbaue der Samenschale dienen, welche sich jedoch meist nur aus den Zellgeweben der Integumente entwickelt.

Im vollkommensten Falle, in dem also alle Teile der Samenknospe sich weiter entwickelt haben, würden wir also an einem reifen Samen folgende Hauptteile unterscheiden können:

1. die Samenschale (*S*) (Fig. 86 u. 87),
2. das Perisperm (*P*),
3. das Endosperm (*E*),
4. den Embryo (*K*).

Untersucht man den Samen von außen, also die Oberfläche der Samenschale, so findet man ferner an vielen Samen bestimmten Regionen der Samenknospe entsprechende Stellen des Samens durch Färbung und Struktur vor der übrigen Samenschale ausgezeichnet und man hat diese, um eine einfache Beschreibung des Samens zu ermöglichen, mit besonderen Namen belegt.

1. Findet man bei allen Samen die Narbe des Samenknospen- oder eigentlich Samenstieles (*N*, Fig 86 und 87). Dieselbe liegt bei ana-

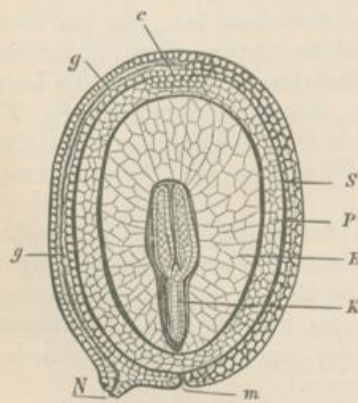


Fig. 86.

Schema des Längsschnittes eines aus einer anatropen Samenknospe hervorgegangenen Samens.

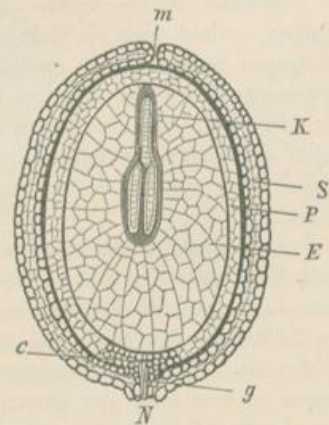


Fig. 87.

Schema des Längsschnittes eines aus einer atropen Samenknospe hervorgegangenen Samens.

tropen Samen meist in der Nähe der Mikropyle, bei atropen Samen der Mikropyle gegenüber. Man nennt diese Stielnarbe den Nabel des Samens.

2. Ist bei vielen Samen die Region der Mikropyle an der Färbung oder als äußerst kleine Öffnung noch aufzufinden. Man bezeichnet dann diese Stelle als Samenmund oder auch als Mikropyle (*m*).

3. In manchen Fällen sind die Zellen derjenigen Region der Samenschale, in welcher das Gefäßbündel, welches dem Funikulus der Samenknospe entstammt, endigt, wo die Samenschale aus dem Nucellusgewebe oder Funikulsgewebe gebildet wurde, wo ferner die Integumente am Nucellus inseriert sind (siehe *c* in Fig. 83 und 84), — besonders aus-

gebildet oder gefärbt. Hat eine solche auffallende Ausbildung stattgefunden, so bezeichnet man die organische Basis des Samens als Chalaza oder Hagelfleck. Bei atropen Samen fällt die Chalaza stets mit dem Nabel zusammen (c, Fig. 87), bei den anatropen Samen liegt sie häufig dem Nabel gegenüber (c, Fig. 86).

4. Bei den anatropen Samen findet man meist die Region der Samenschale, in welcher das aus dem Funikulus eintretende Gefäßbündel in der Samenschale bis zur Nucellusbasis verläuft, als besonders gefärbte oder auch erhabene Linie ausgebildet. Ist dies der Fall, so bezeichnet man diesen von dem Nabel bis zur Chalaza des anatropen Samens verlaufenden Streifen als Raphe oder Nabelstreifen.

In seltenen Fällen bilden sich an dem Samen anormale Anhängsel aus, welche man je nach ihrer Form mit besonderen Namen belegt. Hierher gehört der Arillus. — Mit dem Namen Arillus bezeichnet man flächenförmig entwickelte, die Samenschale umhüllende Auswüchse, welche von den verschiedensten Stellen des Integumentes, z. B. der Mikropyle, Raphengegend, oder des Funikulus ausgehen können. Einen Arillus finden wir z. B. bei der Muskatnufs und bei dem Kardamomensamen, bei den Samen von *Evonymus europaeus*, bei dem gymnospermen *Taxus*. Ferner ist hier die Karunkula, eine an der Mikropyle liegende, hügelartige, fleischige Wucherung (z. B. des Ricinussamens) zu erwähnen.

Zum besseren Verständnisse des Samens wird es beitragen, wenn wir auf die vier Hauptteile des Samens noch etwas näher eingehen.

Als Samenschale faßt man am zweckmäßigsten alle diejenigen Zellschichten des Samens zusammen, welche zum Schutze des Embryo und eventuell des Nährgewebes des Samens dienen, legt also das Hauptgewicht auf die physiologische und biologische Funktion dieser Zellschichten. Sehen wir von den seltenen Fällen, in welchen an dem isolierten Samen noch Teile des Perikarps fest haften bleiben (siehe z. B. die Perikarphaut des Samens von *Citrullus Colocynthis* in der Monographie von *Fructus Colocynthis* und die aus dem Perikarp hervorgegangenen Teile der Samenschale von *Juniperus communis*) ab, so können sich am Aufbaue der so definierten Samenschale die Integumente, das Nucellusgewebe und das Embryosackgewebe beteiligen. Gewöhnlich liefert das Embryosackgewebe oder das Nucellusgewebe oder beide nur dadurch in vielen Fällen schützende Schichten, daß ihre Zellen zu dichten Häuten zusammenfallen, welche sich den gut ausgebildeten Zellschichten der Integumente dicht anlegen. So z. B. finden wir bei dem Samen von *Citrullus Colocynthis* unter der dicken Region der Samenschale, welche nur aus dem äußeren Integumente hervorging, noch zwei dünne Häutchen, welche dem Samen ganz dicht anliegen und welche sicher nur als Schutzschichten, nicht als Nährgewebe in Betracht kommen. In beiden Häutchen ist je nur eine Zellschicht noch gut erhalten, die übrigen sind zur glasigen Haut zusammengefallen. Die äußere (*Pe*, der Figur von *Fructus*

Colocynthis) ging aus dem Nucellusgewebe, die innere (*En*) aus dem Embryosackgewebe hervor. Bei den Samen von *Foeniculum capilla-ceum* geht die nur eine gut entwickelte Zelllage enthaltende Samenschale aus dem einen Integument und dem Nucellus (den Resten des Nucellusgewebes) hervor. In selteneren Fällen aber entwickeln sie sich auch zu sehr vollkommen ausgebildeten Schutzschichten des Samens. So z. B. bildet sich das Nucellusgewebe der Samenknospe von *Myristica fragrans*, des Muskatnufsbaumes, zu einer hochentwickelten Schutzschicht des Nährgewebes und des Embryos aus. Solche aus dem Nucellus eventuell dem Embryosackgewebe hervorgegangene auffallendere Schutzgewebe bezeichnet man am besten als Hüllperisperm, resp. Hüllendosperm. Häufig geht die Samenschale nur aus den beiden oder auch nur einem Integumente allein hervor. So z. B. ist die Samenschale des Leinsamens nur aus den beiden Integumenten der Samenknospe entstanden (das Nucellusgewebe der letzteren wurde völlig zerstört). Im allgemeinen kann die Samenschale eine höhere und niedrigere Entwicklung besitzen. Samen, welche vom ganzen Perikarp umhüllt bleiben, zeigen gewöhnlich eine wenig entwickelte Samenschale. Als Beispiel möge die Samenschale der Umbelliferen, die Samenschale von *Piper Cubeba*, *Laurus nobilis*, dienen. Jedoch auch viele aus dem Perikarp herausfallende Samen besitzen eine einfach gebaute Samenschale. So finden wir z. B. die Samenschale von *Colchicum autumnale* nur aus zusammengefallenen parenchymatischen Elementen bestehend. Dagegen ist schon die Samenschale von *Papaver somniferum* komplizierter gebaut, wenn sie auch sehr zart ist. Gewöhnlich ist die Samenschale der aus dem Perikarp herausfallenden Samen kompliziert gebaut, ihre Zellschichten sind sehr eigenartig entwickelt, häufig zu sehr festen Geweben geworden. Vorzüglich erfährt die äußere Epidermis und die unter ihr liegende Schicht oft die eigentümlichste Ausgestaltung. So z. B. geht die Epidermis der Samen von *Strychnos Nux vomica* in eine dichte Schicht langer Haare über, ebenso die Epidermis der Samen von *Gossypium herbaceum* und *Salix* oder in kurze, weite Haare, wie bei der Mandel. Bei *Linum usitatissimum*, *Plantago Psyllium* (Flohsamen), *Pyrus Cydonia*, *Alonsoa*-Arten bilden die Epidermiszellen leicht verquellende Membranen aus, welche bei Wasserzutritt zum Samen verquellen und den letzteren mit einer Schleimschicht umgeben, die ihn am Substrate befestigt und das Austrocknen des Samens verhindert (dieselbe biologische Funktion besitzen die verquellenden Zellen in den 4 Spalten der Koloquintensamen, welche Spalten im übrigen der Keimwurzel den Austritt erleichtern werden). Sehr häufig wird die Epidermis zu einer festen Schicht von mechanischen Zellen der verschiedenartigsten Form. Dahin gehört die eigentümlich gebaute äußere Epidermis von *Trigonella faenum graecum*, die Epidermis des Vanille-Samens, des Samens von *Capsicum annuum*. Nicht selten übernehmen auch weiter innen liegende Zellschichten die Festigung der Samenschale, während die Epidermis zart bleibt, wie z. B. bei der Samenschale von *Myristica*

fragrans, wo die palissadenartigen, festigenden Zellen aus der inneren Epidermis des äußeren Integumentes hervorgehen.

Das aus dem Funikulus in den Samen eintretende Gefäßbündel bleibt in vielen Fällen einfach, unverzweigt und reicht dann bis zur Chalaza. So findet sich bei anatropen Samen also häufig eine einfache linienförmige Raphe (Semen Faeni graeci). In anderen Fällen aber entsteht in der Samenschale ein System von zahlreichen Gefäßbündeln. So verhält es sich z. B. bei der Mandel und bei dem Samen von *Myristica fragrans*; in letzterem Falle erhält auch das Hüllperisperm ein Gefäßbündelsystem, welches mit dem Gefäßbündel des Funikulus zusammenhängt. Am Schlusse der Betrachtung der Samenschale muß noch eine seltener vorkommende Erscheinung erwähnt werden, von welcher wir ein Beispiel bei dem Kardamomensamen finden. Es ist dies die Umwandlung der Spitze der Integumente in ein Samendeckelchen. Man findet solche Samendeckelchen, welche sich beim Keimen des Samens lösen und so dem Würzelchen den Austritt erleichtern, hauptsächlich bei den Monokotyledonen, aber auch bei zahlreichen Dikotyledonen (Marantaceen, Sparganien, *Lemna*, *Elatine hexandra*, *Reseda virescens*).

Als Perisperm bezeichnet man das in ein Nährgewebe verwandelte Gewebe des Nucellus. Ich machte schon oben darauf aufmerksam, daß das Nucellusgewebe sehr häufig völlig zerstört wird, so daß man im reifen Samen keine Spur desselben mehr auffinden kann, und daß es ferner zum Aufbaue der Samenschale beizutragen vermag und dann zweckmäßig als Hüllperisperm bezeichnet werden kann. In nicht gerade häufigen Fällen geht aus dem meristematischen Gewebe des Nucellus ein Gewebe hervor, welches bezüglich seiner physiologischen Funktion und seines anatomischen Baues dem Endospermgewebe gleicht, welches wir nachher näher besprechen wollen, dann nennt man diesen Teil des reifen Samens Perisperm. Hier und da ist ein solches Perisperm in ganz rudimentärer Form vorhanden, d. h. es sind nur einige wenige Schichten von Perispermgewebe entwickelt, dann ist es nicht immer leicht zu entscheiden, ob man in der That ein Nährgewebe vor sich hat, oder ob der Inhalt des Gewebes aus Stoffen besteht, welche zum Schutze des Embryos bestimmt sind. Hier liegen eben die Übergänge zwischen Hüllperisperm und Perisperm. In anderen Fällen ist Perispermgewebe reichlich entwickelt. So finden wir z. B. bei *Chenopodiaceen*, *Caryophyllaceen*, *Nymphaeaceen* reichlicher entwickeltes Perisperm, sehr kräftig entwickeltes bei den *Scitamineen*. Von unseren Drogen ist der Samen von *Piper Cubeba*, mit schwächer, der Samen von *Elettaria Cardamomum* mit stärker entwickeltem Perisperm zu nennen.

Als Endosperm bezeichnet man das Embryosackgewebe, wenn sich dasselbe mit Nährstoffen füllt, also zu einem Nährgewebe wird. Auch das Endosperm kann sehr verschieden reichlich entwickelt sein. Bei *Linum usitatissimum* z. B. bildet es nur einen dünnwandigen Sack um

den Embryo, bei *Colchicum*, *Myristica fragrans*, *Strychnos Nux vomica* besteht die Hauptmasse des Samens aus dem Endosperm. Bei der Mandel (wahrscheinlich auch bei dem Samen von *Brassica nigra*) ist das Nährgewebe des Endosperms nur auf eine Zellschicht reduziert. Gänzlich fehlt das Endosperm dem Samen der Vanille.

Sehr verschiedenartig ist der Bau und Inhalt der Zellen des Endosperms (ähnlich verhält sich das Perisperm). Die Zellwände der Endospermzellen können sehr zart sein, wie bei *Papaver somniferum*, oder dickwandig und dabei feiner oder gröber getüpfelt, wie z. B. bei *Strychnos Nux vomica* und bei der Ölpalme (Fig. 88 und 89). Die Zellwand kann



Fig. 88.

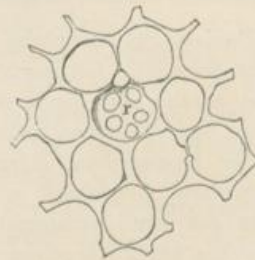


Fig. 89.

Längsschnitt und Querschnitt durch die Endospermzellen von *Elaeis guineensis* L. (Ölpalme).

dabei die verschiedenartigste chemische Natur besitzen; sie kann z. B. widerstandsfähig gegen Wasser sein oder mehr oder weniger leicht quellbar (die Wände der Endospermzellen von *Strychnos* quellen ziemlich leicht, ebenso die von *Colchicum*). Charakteristisch für das Endospermgewebe ist dabei in den allermeisten Fällen das Fehlen der Interzellularräume im Endosperm.

Als charakteristische Inhaltsbestandteile der Endospermzellen und als Reservestoffe derselben findet man Stärkekörner und Aleuronkörner (Proteinkörner, über welche wir am Ende dieses Kapitels Näheres mitteilen wollen) oder auch Aleuronkörner und fettes Öl oder auch alle drei Körper nebeneinander. Stets enthalten die Endospermzellen dabei lebendes Plasma mit einem Zellkerne und meist schwer erkennbare farblose Chromatophoren.

In ganz seltenen Fällen (z. B. bei *Crinum capense*) zerstört das wachsende Endosperm Samenschale und Embryosackgewebe und bildet

schließlich als chlorophyllführendes, mit Intercellularräumen versehenes Gewebe die äußerste Schicht der großen Samen.

Der Embryo ist also das aus der Eizelle hervorgegangene, mehr oder weniger weit entwickelte Pflänzchen.

Wir sahen, daß die Eizelle in den Embryosack vorgewölbt, in der Nähe der Mikropyle der Samenknospe saß, also stets an der organischen Spitze der Samenknospe, gegenüber der späteren Chalazaregion des

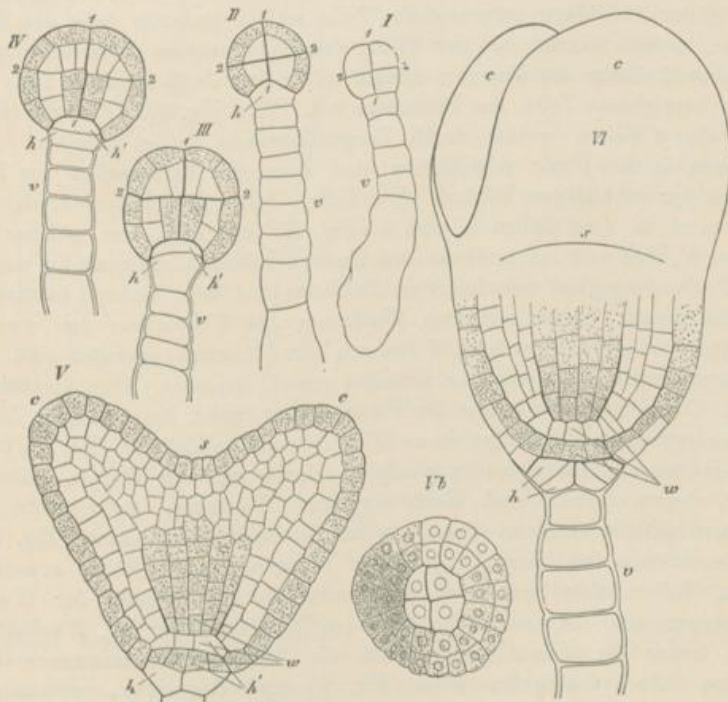


Fig. 90.

Darstellung der Keimbildung von *Capsella bursa pastoris* nach Handzeichnungen Hansteins. Entwicklungsfolge von I–VI (Vb Wurzelende von unten gesehen); I, I–2, 2, die ersten Teilungen der Scheitelzelle des Verkeimens; h, h' die Hypophyse, v Vorkeim, c Cotyledonen, s Scheitel der Achse, w die Wurzel.

Dermatogen und Plerom sind dunkel gehalten.

Samens. Nach der Befruchtung umgibt sich die Eizelle mit einer Cellulosemembran, streckt sich fadenförmig gerade aus und teilt sich durch mehrere Querwände. Die Endzelle dieses Zellfadens und die zweite Zelle desselben teilen sich dann, wachsen allein weiter und bilden sich so in dem Embryo um, dessen Achsenteil stets an dem der Anheftungsstelle des Zellfadens abgekehrten Teile, dessen Wurzel sich an dem der Anheftungsstelle zugekehrten Teile des Embryo findet. Betrachten wir

ganz kurz die Entwicklung des dikotylen Embryos von *Capsella Bursa pastoris* an der Hand der von Hanstein herrührenden Abbildung, so werden wir uns über die im fertigen Samen vorliegenden Verhältnisse klar werden.

Die befruchtete Eizelle der kampylotropen Samenknoospe von *Capsella* wächst also zuerst zu einem mehrzelligen (etwa aus 6 Zellen bestehenden) Zellfaden heran, dessen Endzelle bald kugelig anschwillt und sich durch Längs- und Querwände in 8 Zellen teilt. Dieser Zustand ist in Fig. 90, I im Längsschnitt (alle Figuren bis V stellen Längsschnitte vor) dargestellt. Die in der Abbildung untere große Zelle ist die hinterste Zelle des Zellfadens, welche direkt mit der Wand des Embryosackes zusammenhängt. An dem Aufbaue des Embryos nimmt außer dem Zellkugelhchen noch die mit 1 bezeichnete Zelle des Zellfadens teil. Wie Fig. 90, II zeigt, teilen sich die 8 Zellen weiter durch Tangentialwände in je 2 Zellen. Die äußeren, in der Figur schattierten sind dann die Mutterzellen der Epidermis der zukünftigen Pflanze. Die Zelle 1 teilt sich ferner durch eine Querwand in zwei Zellen *h'* und *h* (Fig. III und IV), von welcher die obere, *h'*, sich mit am Aufbaue des Embryo beteiligt, während die untere als Verbindungsglied zwischen dem Zellfaden und dem Embryo betrachtet werden kann. Unter weiterem Wachstum des Kugelhchens und zweckentsprechenden, fortgesetzten Teilungen der Zellen gestaltet sich der Embryo weiter aus, wobei er zunächst zuerst dreieckig, dann herzförmig wird. Dabei liefern, wie aus den Figuren hervorgeht, die 4 unteren Zellen des ursprünglichen Zellkugelhchens (Fig. I) und die Zelle *h'* (Fig. IV) das Material zum Aufbaue des hypokotylen Gliedes und der Wurzel, während die 4 oberen Zellen durch Zellteilung und Wachstum das Gewebe des Achsenvegetationspunktes (Fig. V, s) und der beiden Keimblätter (Fig. V, c) bilden. Schon bald lassen sich in der Wurzelanlage die Zellen erkennen, deren Teilprodukte später zu dem centralen Gefäßbündel der Wurzel werden; es sind die, welche im centralen Wurzelteile der Fig. V schattiert sind, ferner die, deren Teilprodukte die Wurzelhaube zusammensetzen werden (die schattierten *h' w*, Fig. V) und diejenigen, welche das Rindenparenchym der Wurzel aufbauen werden (die nicht schattierten, mit *w* bezeichneten der Fig. V). In Fig. VI ist der in der Entwicklung weiter vorgeschrittene Embryo, im unteren Teile im Längsschnitt, im oberen in seinen körperlichen Umrissen dargestellt. Fig. 91 stellt dann einen medianen (der Fig. V entsprechend geführten) Längsschnitt durch den ganzen, immerhin noch sehr jungen Embryo dar, in welchem die genetischen Beziehungen zwischen den verschiedenen Zellschichten nicht durch Schattierungen hervorgehoben sind. Nach dem dargestellten Stadium teilen sich die Zellen, unter Wachstum des ganzen Gebildes noch weiter, und noch ehe der Embryo völlig ausgewachsen ist, gehen die bis dahin im rein meristematischen Zustande befindlichen Zellen des Gebildes teilweise und mehr und mehr in den definitiven Zustand über. Vorzüglich bildet sich der centrale Meristemstrang der Wurzelanlage zum radialen

Gefäßbündel aus, während auch in den Keimblättern ein System von Gefäßbündelehen aus den Meristemzellen entsteht. Die Wurzel wächst schließlich wie eine normale Nebenwurzel weiter in die Länge, die Keimblätter füllen sich mit Reservestoffen

und nehmen bald (sich zugleich umbiegend) den ganzen Innenraum des Samens ein. In Fig. 92 ist der Samen mit dem völlig entwickelten Embryo dargestellt. Letzterer erfüllt die Samenschale völlig und ist jetzt umgebogen, so daß die Keimblätter (*c*) der Wurzel und dem hypokotylen Gliede anliegen.

Die ausgebildeten Embryonen der reifen Samen der monokotyledonen und dikotyledonen Gewächse besitzen nun folgenden Bau.

Die dikotyledonen Embryonen besitzen mehr oder weniger lange Wurzeln, welche direkt in das hypokotyle Glied übergehen (Wurzel und hypokotyles Glied bezeichnet man gewöhnlich als Würzelchen des Embryos), als dessen Spitze der Vegetationspunkt des epikotylen Achsenteiles oder eine kleine, gestreckte epikotyle Achse erscheint. Das hypokotyle Glied trägt 2 gegenständige Keimblätter, das über den Kotyledonen sitzende Achsenstück häufig schon kleine Blattanlagen. Im letzteren Falle (wie bei *Vicia Faba*, *Phaseolus* etc.) bezeichnet man das epikotyle Achsenstück mit seinen Blattanlagen, also den epikotylen Sproß, wohl als Plumula. Bei den normal entwickelten Embryonen können alle diese Teile eine sehr verschiedenartig weit gehende Ausbildung erlangen. Ein häufiger Fall ist es, daß sich die

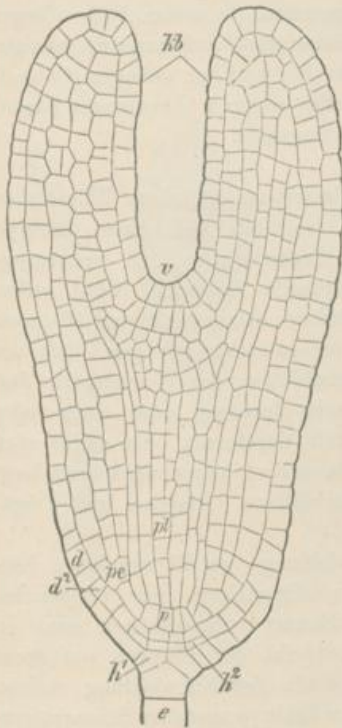


Fig. 91.

Ziemlich weit in der Entwicklung vorgeschrittener Embryo von *Capsella Bursa pastoris* im Längsschnitte.

K¹ Keimblätter. *e* Vegetationspunkt der Achse. *e* oberste Zellen des Zellfadens (Embryoträgers). *h*¹ und *h*² Wurzelhaubenanlage. *d* und *d*² Anlagen der Epidermis von Achse und Wurzel. *p* und *pe* Anlage der primären Rinde der Wurzel. *pl* Anlage des radialen Gefäßbündels der Wurzel.

300fach vergr.

(Nach Hanstein.)

Keimblätter relativ stark entwickeln, dabei fleischig werden und dieselben Reservestoffe speichern, wie sie das Endosperm enthalten kann. In Samen mit derartigen Embryonen ist dann gewöhnlich kein Nährgewebe entwickelt. Als Beispiele mögen die Mandel, deren Kotyledonen die Hauptmasse des Samens ausmachen, der Samen von *Laurus nobilis* mit seinem sehr kleinen Würzelchen und die Bohne dienen. Viel weniger kräftig,

aber doch noch fleischig sind die Keimblätter von *Linum usitatissimum* entwickelt. In anderen Fällen sind die Keimblätter dünn, laubblattartig, wie z. B. bei *Brassica nigra*, *Tilia*, *Rhamnus* und noch viel mehr bei *Strychnos Nux vomica*. Bei *Pimpinella Anisum* ist das Würzelchen fast genau so groß, wie beide Keimblätter zusammen. In vielen Fällen liegen die Keimblätter mit ihrer ebenen Innenfläche glatt aufeinander, weniger häufig sind sie gefaltet (*Brassica nigra*) oder hin und her gebogen (*Convolvulus arvensis*, *Fagus silvatica*) oder knitterig gebogen (*Theobroma Cacao*) oder umeinander gewickelt (*Chimonanthus fragrans*).

Häufig liegen die Keimblätter mit der Achse und dem Würzelchen

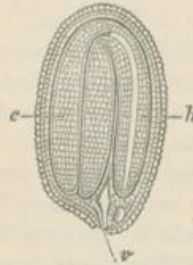


Fig. 92.

Längsschnitt durch den reifen endospermfreien Samen von *Capsella Bursa pastoris*.

c Keimblätter. h hypokotyles Glied und die als seine direkte Fortsetzung erscheinende Wurzel. r Gefäßbündel des Funiculus.

Die kleine Kugel über der Wurzelspitze ist die Basalzelle des Embryoträgers.

(Nach Strasburger).

gleichgerichtet, so daß der ganze Embryo gerade ist. So finden wir es z. B. bei *Amygdalus*, bei *Pimpinella Anisum*. Nicht selten ist der ganze Embryo etwas gekrümmt (*Papaver somniferum*) oder so stark gebogen, daß die Spitzen der Keimblätter die Wurzelspitze fast berühren (*Spinacia oleracea*), oder mehr oder weniger eingerollt (*Capsicum*), oder es ist auch dies Würzelchen scharf umgebogen und liegt neben den Keimblättern (*Brassica* und *Trigonella*) u. s. w.

Die Entwicklung des dikotyledonen Embryos kann im allgemeinen sehr verschieden weit im reifen Samen vorgeschritten sein. In seltenen Fällen bleibt der Embryo auf einer sehr niederen Stufe der Entwicklung stehen. So finden wir den Embryo mancher Schmarotzergewächse, z. B. *Orobanche*, *Cuscuta*, *Balanophora*, noch in einem sehr frühen Stadium der Entwicklung, ohne Kotyledonen, ohne fertige

Wurzelanlage, als rundlichen Gewebekörper im reifen Samen.

In anderen Fällen besteht der Embryo noch ganz aus meristematischem Gewebe, und der Vegetationspunkt ist nur als kaum erkennbarer Höcker vorhanden, die Lage der Gefäßbündel noch nicht oder kaum an der besonderen Gestalt der Meristemzellen erkennbar. In den Fällen weit vorgeschrittener Entwicklung findet man dagegen fast jede Zelle des Embryo, mit Ausnahme der des Wurzel- und Stammvegetationspunktes definitiv ausgebildet, wenn auch noch sehr zart und klein, nur der Vergrößerung bedürftig; Siebstränge, Gefäße schon ausgebildet. In seltenen Fällen findet man sogar schon neben der Hauptwurzel Seitenwurzeln im Embryo angelegt.

Als anormale Erscheinungen ist ferner noch die ungleiche Entwicklung der beiden Keimblätter zu erwähnen, wie wir sie z. B. bei *Citrus aurantium*, *Ficaria ranunculoides*, *Dryopalanops Camphora* etc.

finden und die Entwicklung von mehr als 2 Keimblättern wie bei *Psittacanthus* und *Persoonia*. (Bei den Gymnospermen ist das Auftreten mehrerer Keimblätter ein häufiger Fall.)

Der normale Monokotyledonenembryo besitzt nur ein Keimblatt, welches die direkte Fortsetzung der Wurzel und des unter dem Vegetationspunkt der Achse liegenden hypokotylen Gliedes bildet. Der Vegetationspunkt der Achse ist in einer seitlichen, horizontalen Spalte des Gebildes versteckt, von der Keimblattbasis überdeckt.



Fig. 93.
Samen A und Embryo B von
Wulfschlaegia, einer westindischen
saprophytischen Orchidee
aus der Gruppe der Neottiinen.
(Nach Johow.)

Gewöhnlich stellt der monokotyledone Embryo ein kleines cylinderförmiges Gebilde dar, auf dessen einer Seite der Spalt als zarter Streifen sichtbar ist. Erst, wenn man den Embryo der Länge nach median durchschneidet, oder den ganzen Embryo durch Behandlung mit Kalilauge oder Chloralhydrat durchscheinend macht, findet man den Vegetationspunkt. Auch die monokotyledonen Embryonen können im reifen Samen mehr oder weniger weit in der Entwicklung vorgeschritten sein. Sehr wenig entwickelt finden wir sie z. B. bei den Orchideen. In Fig. 93 ist der Samen und Embryo einer Orchidee dargestellt. Im allgemeinen sind die monokotyledonen Embryonen im Samen weniger weit entwickelt, als die dikotyledonen Embryonen und liegen fast in allen Fällen eingebettet in ein reichliches Nährgewebe.

2. Die Aleuronkörner (Aleuron, Proteinkörner, Klebermehl).

Eigentümliche, nur in den trocknen Nährgeweben und dem Embryo der Samen, aber dort in allen Fällen vorkommende, feste Inhaltkörper der Zellen sind die Aleuronkörner. Sie sollen, da sie für die Charakterisierung der Samen nicht unwichtig sind, hier kurz besprochen werden.

Die Aleuronkörner entstehen in dem Cytoplasma der jungen Samen, indem sich in diesem mit wässriger Flüssigkeit gefüllte Vakuolen bilden, aus denen sich, wenn die am kompliziertesten zusammengesetzten Aleuronkörner daraus entstehen, kurz vor der Reife zuerst Oxalatkriställchen, dann Globoide, ferner Krystalloide und schließlich die Grundmasse ausscheiden, welche letztere die zuerst genannten Formbestandteile einhüllt. Die ausgeschiedenen Massen erfüllen im trocknen Samen die Vakuolen-

höhlung völlig und sind selbstverständlich stets vom Cytoplasma ringsum eingeschlossen.

Es sind die Aleuronkörner, wie man sie in den trockenen Samen findet, im allgemeinen rundliche oder ovale oder auch unregelmäßig geformte, meist farblose Körnchen von etwa 1 bis 50 Mikromillimeter (0,001 bis 0,05 mm) Durchmesser, deren Lichtbrechungsvermögen ähnlich dem der Stärkekörner ist. Von diesen Körnchen liegen in dem Cytoplasma einer Zelle meist sehr zahlreiche, annähernd gleich große oder auch sehr verschieden große; oft findet sich zwischen zahlreichen kleinen Körnern ein sehr großes oder einige sehr große, die man dann unnötigerweise mit dem besonderen Namen „Solitäre“ bezeichnet hat; selten findet sich nur ein einziges sehr großes Aleuronkorn in jeder Zelle.

Wie gesagt, lassen sich an den am kompliziertesten zusammengesetzten Aleuronkörnern 4 verschiedene Bestandteile unterscheiden. 1. Die Grundmasse, 2. die Proteinkristalloide, 3. die Globoide, 4. die Kalkoxalatkrystalle. Nur bei wenigen Aleuronkornarten findet man alle 4 Formbestandteile in einem Korn vereinigt, häufig ist neben der Grundmasse noch ein oder sind noch zwei der 3 übrigen Formbestandteile in einem Aleuronkorn aufzufinden; selten bestehen die Aleuronkörner der Samen nur aus Grundmasse oder aus einem Globoide.

1. Die Grundmasse besteht aus einer amorphen Proteinsubstanz, welche bei den verschiedenen Aleuronkörnern chemisch nicht stets gleichartig zu sein scheint. Sie löst sich fast stets mehr oder weniger vollständig, wenn man die Schnitte in Wasser einträgt, stets leicht, wenn man die Aleuronkörner mit sehr verdünnter Ätzkalilösung behandelt.

2. Die Krystalloide der Aleuronkörner bestehen ebenfalls aus Proteinstoffen, welche nicht bei allen Species der Aleuronkörner dieselben Reaktionen zeigen, also verschiedenartige, chemische Körper sind. Sie besitzen die Form von Krystallen, unterscheiden sich aber von diesen durch ihre Quellbarkeit. In kaltem Wasser sind sie unlöslich, löslich dagegen alle in schwacher Kalilauge und verdünnter Essigsäure. Viele Krystalloide sind schwach doppelbrechend (z. B. *Papaver somniferum*, *Myristica fragrans*); eine geringe Zahl von Species sind isotrop (*Linum usitatissimum*).

3. Die Globoide sind meist rundlich, oft auch unregelmäßig geformte Massen, die schwächer lichtbrechend wirken als die anderen Bestandteile des Aleuronkornes. Sie bestehen aus einem Magnesiumcalcium-Doppelsalze einer gepaarten Phosphorsäure mit organischem Paarling und lösen sich weder in kaltem noch heißem Wasser, noch in verdünnter Kalilauge, sind dagegen in verdünnter Essigsäure löslich.

4. Die Kalkoxalatkrystalle sind meistens Drusen, selten Hendoöder, Tafeln oder Nadeln und liegen meist frei in der Grundmasse, selten in den Globoiden.

Alle Bestandteile der Aleuronkörner sind als Reservestoffe zu betrachten, welche bei der Keimung des Samens zur Verwendung gelangen sollen. Selbst das Oxalat wird häufig dabei mit gelöst und verbraucht.

Zur Beobachtung der Aleuronkörner verfährt man am besten folgendermaßen. Zuerst legt man dünne Schnitte der Nährgewebe oder Kotyledonen direkt in Olivenöl auf den Objektträger und sieht dann die Umrisse der Aleuronkörner deutlich, die Globoide wegen ihres geringen Lichtbrechungsvermögens als Hohlräume im Aleuronkorne, die größeren Oxalatkrystalle unendlich, deutlich bei Anwendung des Polarisationsmikroskopes. Läßt man Schnitte 24 Stunden in einer alkoholischen Sublimatlösung liegen, so widersteht dann die Grundmasse in den meisten Fällen der Einwirkung des Wassers, und man kann die Form der Aleuronkörner, also auch der Grundmasse, in im Wasser liegenden Präparaten beobachten.

Um die anderen Formbestandteile der Aleuronkörner deutlich zu erkennen, zieht man die Schnitte mit Chloroform aus und legt sie dann in einen Tropfen Wasser auf den Objektträger. Krystalloide, Globoide und Oxalatkrystalle treten nun deutlich hervor. Die Krystalloide (eventuell die nur in seltenen Fällen ungelöst bleibende Grundmasse) löst man nun mit etwas ganz verdünnter Kalilauge weg, wäscht dann mit Wasser nach und behält so nur die Globoide übrig. Setzt man jetzt 1prozentige Essigsäure zu den Schnitten, so lösen sich auch die Globoide und nur die Oxalatkrystalle bleiben erhalten und können unter dem Polarisationsmikroskope sehr leicht an ihrer starken Doppelbrechung erkannt, schließlic durch Salzsäure gelöst werden.

3. Die Samendrogen.

a) *Amygdalae dulces* und *Amygdalae amarae*.

Semen Amygdali. Mandeln.

Litteratur.

Verbreitung und Kultur: A. de Candolle, Géographie botanique 2 (1885) p. 888. A. de Candolle, Origine des Plantes cultivées 1883, p. 174. Boissier, Flora orientalis 2 (1872) p. 641. Casparin, Cours d'Agriculture, Paris. T. 4, p. 189. A. Hontum Schindler, Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1881, S. 307. Christ, Pflanzenleben der Schweiz 1879, S. 101. Capus, Sur les plantes cultivées qu'on trouve à l'état sauvage ou subspontané dans le Thian-Schan occidentale; Ann. d. sc. nat. Bot. Sér. 7, T. 18, 1884, p. 278.

Chemie: Fleury, Annales de Chimie et de Physique 4, 1865, p. 38. Vohl, Dingl. polytechn. Journal 1871, S. 410. Flückiger and Hanbury, Pharmacographia 1879, p. 248. Lehmann, Dissertation, Dorpat 1874. Pelouze, Annales de Chimie et de Physique 45 (1855) p. 324. Portes, Neues Repertorium für Pharmacie, 4, S. 641 und 673. Ritthausen, Journal für praktische Chemie, Bd. 26, S. 440. Lehmann, Ein Beitrag zur vergleichenden Untersuchung über Vorkommen und Verbreitung des Amygdalins und Laurocerasins in den Drupaceen und Pomaceen etc., Pharmaceutische Zeitschrift für Rußland 1885, S. 352. Robiquet et Boutron-

Charlard, Annales de Chimie et de Physique (2) 44, p. 352, Journal de pharmacie (2) 23, 605. Wöhler und Liebig, Annalen der Chemie und Pharmacie 25, p. 175. Bette, Annalen der Chemie und Pharmacie 31, S. 211. Garnier, Journal de Pharmacie et Chimie 1884, p. 473. Thomé, Botanische Zeitung 1865, S. 240. Johannsen, Sur la localisation de l'emulsine dans les amandes, Annales des sciences naturelles Bot. 7. Sér. T. 6, No. 2, p. 118. Schimmel & Co., Bericht, 1887, Oktober, p. 45.

Stammpflanze: *Amygdalus communis* L. (*Prunus Amygdalus* Stokes), Rosaceae-Prunaeae.

Verbreitung: Wild, teilweise vielleicht verwildert, kommt der Mandelbaum vor in den warmen und trockenen Gegenden des Mittelmeergebietes, von Persien westwärts bis Kleinasien, Syrien und Algerien, ist ferner in Hochasien im westlichen Teile des Thianschan wild oder verwildert gefunden worden; der bittere Mandelbaum findet sich auch an der griechischen Küste. Als Urheimat des Mandelbaumes sind wahrscheinlich die milderer Gegenden des westlichen Asiens zu betrachten. Es ist nach Analogie mit anderen Kulturpflanzen nicht unwahrscheinlich, daß der bittersamige, hartschalige Mandelbaum der ursprünglichen wilden Form am nächsten steht.

Kultur: Der Mandelbaum wird jetzt in großer Ausdehnung vorzüglich in Südeuropa und Nordafrika kultiviert. Wie von allen alten Kulturpflanzen, so sind auch von dem Mandelbaum eine ganze Reihe von Spielarten gezüchtet, welche sich durch Form und Größe der Blätter, Farbe der Blüten etc. etwas, hauptsächlich aber durch Verschiedenheit der Fruchtschale und des Samens unterscheiden, auf deren Veränderungen der Mensch bei der Kulturauswahl eben fast allein Rücksicht nahm. Man unterscheidet Spielarten, deren Fruchtschalen dicker oder dünner sind, sehr harte und mächtige oder auch zartere, leichter zerbrechliche (Krachmandeln) Innenschichten (Steinschalen) besitzen etc. Ferner sind die Spielarten durch die Größe und Form der Samen, auch dadurch, daß manche beide Samen stets ausbilden, während andere meist nur einen Samen ausbilden und schließlich durch den Gehalt der Samen an Amygdalin oder das Fehlen des Amygdalins in den Samen unterschieden. Samen des Mandelbaumes, welche infolge ihres Amygdalingehaltes bitter schmecken, nennt man bittere Mandeln. Durchgreifende morphologische Merkmale zur Unterscheidung der kultivierten Spielarten des bitterfrüchtigen und süßfrüchtigen Mandelbaumes lassen sich nicht feststellen. In Italien werden die Wildlinge, welche man als Unterlage für die Pfropfreiser guter Varietäten der Mandel braucht, aus hartschaligen, einsamigen Mandeln gezogen. Aus diesen Samen gehen gewöhnlich wilde Mandelbäume, die nicht die Eigenschaft der Kulturrasse zeigen, welche man zur Aussaat verwendete, hervor. Man wartet deshalb, ebenso wie bei unserer Obstbaumzucht, nicht ab, was sie für Früchte tragen werden, sondern verpflanzt sie nach 3 bis 4 Jahren, wo ihre Stämme etwa 4 cm dick

sind, in die Mandelgärten und pflanzt sie mit Reiser von guten bitteren, süßen, hart- oder weichschaligen Varietäten. Der gepfropfte Baum giebt dann erst vom 15. Jahre an kleinere, jährlich wachsende Erträge; vom 30. bis 40. Jahre liefert er den Maximalertrag. Dieser beträgt dann ungefähr 50 l Früchte, welche 8 bis 9 l Samen liefern. Die Mandelpflanzungen legt man gern da an, wo vorher Oliven standen und umgekehrt.^{*)}

Die süßen Mandeln werden vorzüglich von Südfrankreich, Italien (Apulien und Sicilien, meist kleine und dicke Samen), Spanien (Valencia-, Alicantemandeln, große, vorzügliche Ware), Portugal und Marokko in den europäischen Handel gebracht; die bitteren stammen hauptsächlich aus Nordafrika, Südfrankreich und Sicilien.

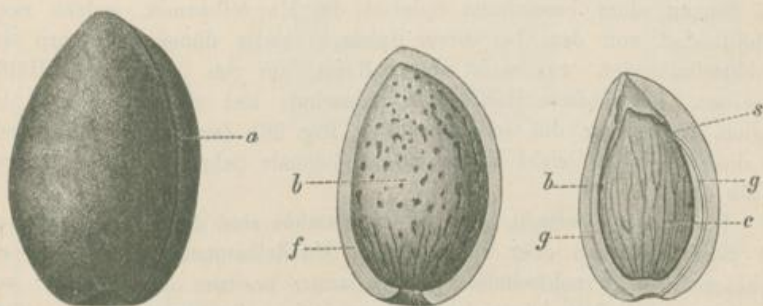


Fig. 94.

Fig. 95.

Fig. 96.

Fig. 94. Reife Frucht der Mandel in natürlicher Größe.

a die Furche, in welcher das Aufspringen des Exocarps erfolgt.

Fig. 95. Eine Frucht, von welcher die vordere Hälfte des Exocarps losgelöst ist.

b das Endokarp oder die Steinschale.

Fig. 96. Steinschale mit dem Samen. Die vordere Hälfte der Steinschale ist entfernt.

b Steinschale (Endokarp). g Gefäßbündel der Steinschale.

Das rechts gelegene Leitbündel liegt unter der Furche des Exocarps und tritt in den Stiel (s) des Samens ein, an welchem derselbe aufgehängt ist; es darf nicht mit dem Gefäßbündel der Raphe verwechselt werden.

Die Oporto-Malaga- und Valencia-Mandeln sind gewöhnlich in Körben oder Fässern verpackt, die anderen in Ballen von ungefähr 100 kg.

Morphologie: Die Frucht der Mandel (Fig. 94) ist eine trockene Steinfrucht mit filzig behaartem Perikarp (Fruchtschale), dessen äußerer Teil (das Exokarp, Fig. 95, f) im unreifen Zustande grün und hartfleischig ist, im reifen zu einer lederartigen, grüngelben, außen graufilzigen Haut eintrocknet, welche am Rande der Frucht aufreißt und sich von der Steinschale lösen läßt. Zu letzterer entwickeln sich die inneren Partien der Fruchtschale. Sie (das Endokarp Fig. 95 und 96b) ist mehr

^{*)} Nach Mitteilungen meines Freundes R. Valiante in Neapel.

oder weniger hart und dick (bei der gewöhnlichen Art 4—5 mm) je nach der Spielart, von welcher die Frucht stammt. Innerhalb der innen mit glatter Wand versehenen Steinschale sitzt der Samen (Fig. 96c), die Mandel.

Gewöhnlich findet sich nur ein Samen in der Frucht, da in der Regel nur eine der beiden, in den Fruchtknoten enthaltenen Samenknospen sich ausbildet. Hie und da entwickeln sich jedoch auch beide Samenknospen, dann drücken die in ihrem Wachstum beengten 2 Samen an ihren Berührungsflächen gegeneinander und flachen sich an der Berührungsfläche ab.

Die Krachmandeln, welche nur als Nachtischfrüchte Verwendung finden und von Delikateswarenhändlern und Drogisten geführt werden, sind Samen einer besonderen Spielart des Mandelbaumes, welche noch umhüllt sind von dem bei dieser Spielart relativ dünnen Exokarp der Fruchtschale oder, was meist der Fall ist, nur von der inneren Hälfte desselben. Die äußere Hälfte der Steinschale löst sich nämlich in der Region, in welcher die Gefäßbündel (*g*, Fig. 96) der Steinschale liegen, bei dieser Spielart leicht als zusammenhängende Schale von der inneren Hälfte ab.

Die in der Apotheke gebrauchten Mandeln sind dagegen die Samen des bitterfrüchtigen oder süßfrüchtigen Mandelbaumes ohne irgend ein Anhängsel der Fruchtschale. Diese Samen besitzen eine braune, von dunkleren, vertieften Adern durchzogene Außenseite, welche wie bestäubt erscheint. Die Form des Samens ist durch Fig. 97 dargestellt, welche den Samen von der breiten Seite zeigt. Weicht man die Samen eine Zeitlang in Wasser ein, so eignen sie sich besser zur Untersuchung ihres Baues, und man beobachtet folgendes leicht:

An der breiteren Seite (bei *Ch*) sieht man einen dunklen Flecken,

Erklärung der Tafel.

Der Samen von *Amygdalus communis*.

Fig. 97. Mandel, von außen gesehen. *Ch* Chalaza, *R* Raphe, *n* Nabel, *g* Gefäßbündel der Samenschale.

Fig. 98. Mandel, längs durchschnitten. *Ch* Chalaza, *s* Samenschale, *nc* Nucellusgewebe und Endospermreste, *e* Endospermgewebe, *w* Würzelchen der Keimpflanze, *oa* Anlage der oberirdischen Achse, *c* Keimblatt.

Fig. 99. Samenknospe in natürlicher Größe, kurz nach der Befruchtung.

Fig. 100. Dieselbe Samenknospe vergrößert, im Längsschnitte. *n* Nucellus, *ii* inneres Integument, *i* äußeres Integument, *S* Embryosack, *g* Leitbündel des Funikulus.

Fig. 101. Junger Samen, im weiter entwickelten Zustande, natürliche Größe.

Fig. 102. Der in Fig. 101 dargestellte junge Samen im Längsschnitte; Bezeichnungen wie bei Fig. 100, *E* Embryo.

Fig. 103. Fast ausgewachsener, jedoch noch nicht fertig entwickelter Samen, längsdurchschnitten, in natürlicher Größe. *Ss* Samenschale, andere Bezeichnungen wie bei Fig. 100 u. 102.

Fig. 104. Querschnitt durch die Samenhaut der Mandel, mittelst kalter Kalilauge etwas aufgeweicht. *E* äußere Epidermis, *p* Parenchym, *Ei* innere Epidermis der Samenschale, *N* zusammengedrückte Reste des Nucellusgewebes, eine fast homogene Haut bildend. *En* rudimentäres Endosperm. 100fach vergr.

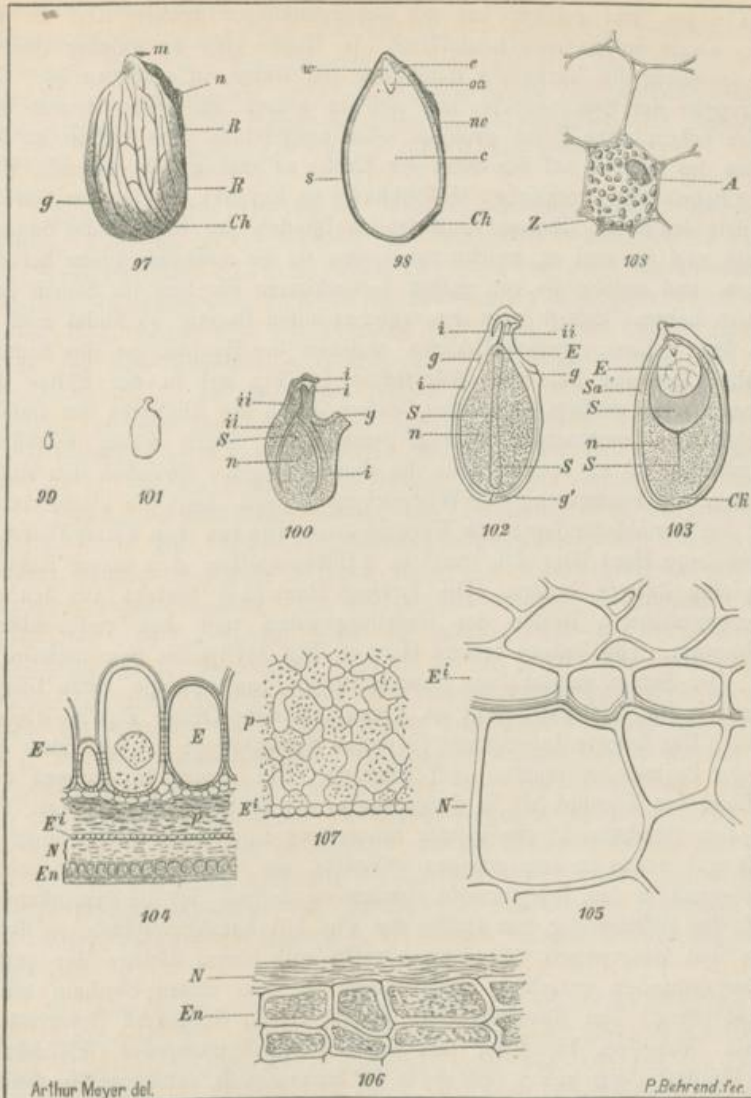


Fig. 105. Querschnitt durch die innere Epidermis der Samenschale (*Ei* Fig. 104) und die äußersten Zellen des Nucellusgewebes (*N*) aus der oberen Partie des in Fig. 103 dargestellten unreifen Samens. 670fach vergr.

Fig. 100. Innere, schon zusammengedrückte Partie des Nucellusgewebes desselben Samens (*n*, Fig. 103) mit 2 äußeren Schichten des Endosperms, von welchen *En* im reifen Samen erhalten bleibt. 670fach vergr.

Fig. 107. Innere Epidermis *Ei* der Samenschale und angrenzendes Parenchym *p*, aus einem noch nicht völlig reifen Samen. 90fach vergr.

Fig. 108. Stückchen aus einem mit Chloroform ausgewaschenen, in Glycerin liegenden Querschnitte des Parenchyms der Kotyledonen. Die eine der Zellen ist mit Inhalt gezeichnet. *A* großes Proteinkorn. *Z* Zellkern.

die Chalaza, von welcher aus ein unregelmäßiger dunkler Kiel an der einen Kante des Samens hinaufläuft, die Raphe (*R*), an welcher (bei *n*) nur schwierig die Narbe des Funikulus, der Nabel, zu erkennen ist. Die Mikropyle der Samenknospe hat sich in keiner am reifen Samen von außen erkennbaren Form erhalten oder ausgebildet. Sie würde an der Spitze des Samens auf der Seite der Raphe zu suchen sein (bei *m*). Von der Chalaza aus durchziehen Gefäßbündel (*g*, Fig. 97), Zweige des Gefäßbündels des in die Chalaza eintretenden Bündels der Raphe, die Samenschale, und sie sind es, welche von außen als die dunklen Adern hervortreten, und welche die von außen bemerkbaren Furchen im Samen veranlassen haben. Schält man den aufgeweichten Samen, so findet man in ihm den weissen, grossen Embryo, welcher die Hauptmasse des Samens bildet. Derselbe hat sein Würzelchen (*w*, Fig. 98) in der Spitze des Samens, seine grossen, fleischigen, außen durch die Abdrücke der Gefäßbündel der Samenschale furchig gezeichneten, innen wenig konkaven Keimblätter (*c*) im breiten Teile des Samens liegen. Zwischen den Kotyledonen, die Fortsetzung des Würzelchens bildend, liegt die kleine Achse mit den Laubblattanlagen, die Plumula (*o a*). Die von dem Keimpflänzchen abgehobene Haut lässt sich leicht in 2 Hälften spalten, eine innere farblose und eine äussere braune. Die farblose Haut (*n e*) besteht aus den zusammengefallenen Resten des Nucellusgewebes und dem rudimentären Endosperm. Die äussere braune Haut (*s*, Fig. 98) ist die Samenschale.

Der Samen entsteht aus einer anatropen Samenknospe, deren Längsschnitt in Fig. 100 dargestellt ist, deren natürliche Grösse Fig. 99 wiedergibt. Das äussere Integument (*i*) dieser Samenknospe ist sehr kurz und an der Spitze des inneren (*i i*) inseriert. Das innere Integument umschließt den Nucellus (*n*), in dessen Spitze der Embryosack (*S*) liegt. Das aus dem Funikulus in das äussere Integument eintretende Gefäßbündel (*g*) läuft erst etwas in dem ersteren aufwärts, um dann schliesslich, scharf umbiegend, in dem Integumente abwärts zu steigen. Ist die Samenknospe, nach der Befruchtung, zur Grösse der Fig. 101 herangewachsen, so findet man den Embryosack (*S*) langgestreckt mit einem Belege der ersten Endospermzellen versehen, den Embryo in dem ersten Stadium seiner Entwicklung. Das Nucellusgewebe besitzt keinen sichtbaren Reservestoffinhalt. Von dem bis unter den Nucellus hinabgestiegenen Gefäßbündel des Funikulus aus haben sich die in der Samenschale aufsteigenden Gefäßbündel schon teilweise gebildet. Embryo, Embryosack- und Nucellusgewebe wachsen nun miteinander weiter. Auch das Embryosackgewebe speichert keine festen Reservestoffe, wächst aber so energisch heran, dass es das Nucellusgewebe mehr und mehr einengt. Besitzt der Samen etwa die Grösse der Fig. 103, so findet man, dass sich das Verhältnis zwischen den drei in der Samenschale (*S a*) liegenden Gebilden gestaltet hat, wie es Fig. 103 darstellt. Schliesslich drückt das heranwachsende Endosperm (*S*, Fig. 103) das Nucellusgewebe (*n*) völlig zur dünnen, fast strukturlos scheinenden Haut zusammen und wird selbst und gleichzeitig allmählich

durch den nun schnell wachsenden Embryo zu einer dünnen Schicht zusammengepresst, welche sich dem mit ihr im organischen Zusammenhang stehenden Reste des Nucellusgewebes dicht anlegt. Die fast nur aus dem inneren Integumente entstandene Samenschale hat sich während der Zeit gebräunt, und die Reste des äußeren Integumentes sind, kaum erkennbar, mit der Spitze des Samens hochgehoben worden.

Anatomie: Die Samenhaut, welche wir vom Samen abtrennen können, zeigt uns im Querschnitte also drei leicht voneinander zu unterscheidende Partien. Die Samenschale (*E, p, Ei*, Fig. 104), das zusammengefallene Nucellusgewebe (*N*) und das rudimentäre Endosperm (*En*). Die Samenschale besitzt eine eigentümliche Epidermis, deren Zellen (*E*) sehr groß und sehr ungleich groß sind und auch ungleich stark verdickte Wände besitzen. An denjenigen Zellen, welche stark verdickte Wände besitzen, erkennt man leicht, daß alle Wandpartien, welche Nachbarzellen berühren, grob getüpfelt sind. Sie sind meist leer, doch enthalten sie, wie im unreifen Zustande des Samens stets, hier und da noch Stärke. Die Abwechslung verdickter und unverdickter Elemente in der Epidermis bewirkt, daß die starren verdickten Epidermiszellen leicht losgerissen werden können und den Eindruck eines der Samenoberfläche lose anhaftenden Pulvers machen. Die der Epidermis innen ansitzenden Parenchymzellen sind gewöhnlich noch gut erhalten, alle übrigen sind stark zusammengefallen. Untersucht man sie an fast reifen, aber nicht ausgetrockneten Samen, so findet man, daß sie fast kugelförmig sind, teilweise kurze Arme besitzen und also ein sehr lockeres Parenchym bilden, wie es in Fig. 107 dargestellt ist. Die Epidermis (*Ei*) der Innenseite der Samenschale ist kleinzellig, aber gut erhalten. Die Gefäßbündel, welche die Samenschale durchziehen, sind im Querschnitte meist elliptisch, und ihr längerer Durchmesser ist parallel mit der Samenoberfläche gerichtet. Sie bestehen aus einem kräftigen Strange von Spiraltracheen, einem gleich großen Siebröhrenstrange und werden von Oxalatzellen begleitet. An der Chalaza findet sich kleinzelliges Parenchym, dessen Wände braun gefärbt sind.

Das Nucellusgewebe (*N*), dessen Zellen im intakten Zustande die Form hatten, wie Fig. 105 *N* sie zeigt, ist, wie gesagt, zu einer fast homogenen Haut zusammengefallen. Im Endosperm (Fig. 104, *En*) ist, soweit es die Kotyledonen berührt, nur eine und zwar die äußerste Zellreihe erhalten, in der Nähe des Würzelchens jedoch (bei *e* der Fig. 98) finden sich mehrere gleichwertige Schichten mit Plasma gefüllter Zellen. Alle übrigen Zellen sind desorganisiert, zur fast strukturlosen Haut zusammengefallen. Die Kotyledonen des Embryo bestehen der Hauptmasse nach aus einem mit kleinen Interzellularräumen versehenen, von fast isodiametrischen und in allen Teilen des Keimblattes fast gleichartigen Zellen gebildeten Parenchym. Dieses ist umhüllt von der kleinzelligeren Epidermis und durchzogen von Gefäßbündelanlagen, in denen schon einige

zarte Spiralgefäße ausgebildet sind. Das Gefäßbündelsystem liegt der Innenseite der Kotyledonen genähert; ein größerer Teil der Unterseite des Kotyledonenquerschnittes zeigt keine Gefäßbündel. Das von Öl durchtränkte Plasma der Parenchymzellen (Fig. 108) ist erfüllt von Aleuronkörnern (*Z*). Eins derselben (*A*) ist gewöhnlich auffallend groß gegenüber den übrigen sehr kleinen Körnchen.

Da Mandelkleie, der Pressrückstand der Mandeln, welche zur Ölbereitung benutzt wurden, in der Apotheke gebraucht wird und außerdem

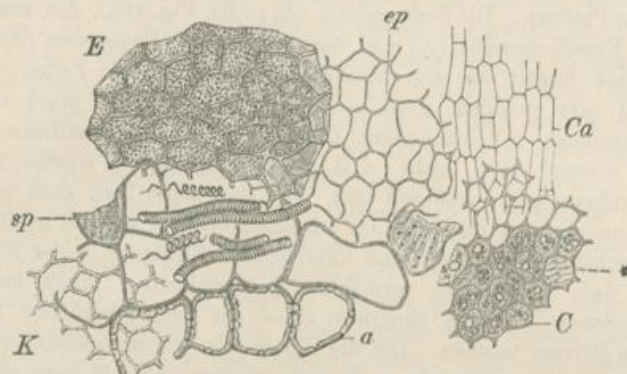


Fig. 109.

Charakteristische Gewebeelemente der Mandel aus der Mandelkleie.

E die eine erhaltene Zellschicht des Endosperms (Fig. 104 *En*) von oben gesehen. *ep* innere Epidermis der Samenschale (*E*, Fig. 104). *a* äußere, braune Epidermis der Samenschale (*E*, Fig. 104) *K* braunes Parenchym der Samenschale (*p*, Fig. 104). *sp* Spiralgefäße aus dem Leitbündel der Samenschale. *C* Parenchym der Keimblätter. *Ca* Epidermis der Keimblätter.
100fach vergr.

Abbildung aus Möller, Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel.

oft zur Verfälschung anderer Pulver Verwendung gefunden hat, so mag hier noch die Abbildung der für das Mandelpulver charakteristischen Elemente gegeben werden, deren Bedeutung man in der Erklärung der Fig. 109 findet.

Chemie: Die Mandeln liefern beim Auspressen etwa 50 % eines fetten Öles, welches fast ganz aus dem Glycerinester der Ölsäure besteht, ferner enthalten sie Rohrzucker und Asparagin. Aus den bitteren (nicht aus den süßen) Mandeln läßt sich ungefähr 3,3 % des nicht giftigen, in Wasser ziemlich leicht löslichen, fast geschmacklosen Amygdalins ausziehen. Das Amygdalin zerfällt durch die Einwirkung eines in den Mandeln enthaltenen Fermentes (des Emulsins), von dem 13 mal so viel in den bitteren Mandeln enthalten ist, als zur Zersetzung des Amygdalins der bitteren Mandeln erforderlich, in Traubenzucker, Benzaldehydcyanhydrin ($C^6H^5CH(OH)CN$) und freie Blausäure. Es tritt die Spaltung des Amygdalins ein, wenn man bittere Mandeln mit kaltem oder warmem Wasser zerreibt.

Destilliert man dann die zerriebene Masse, so kann man etwa 0,4 bis 0,8 % der Mandeln an sogenanntem Bittermandelöl gewinnen, welches ein Gemisch von Benzaldehydcyanhydrin und Benzaldehyd ist. Die Giftigkeit der bitteren Mandeln ist durch das Benzaldehydcyanhydrin und durch freie Blausäure bedingt. Der bittere Geschmack rührt nur von der Blausäure her, da Benzaldehydcyanhydrin (Mandelsäurenitril) so wenig wie das Benzaldehyd bitter schmeckt.

Nach Thomé schmeckt das Parenchym der bitteren Mandel, welches keine Gefäßbündelanlagen enthält, nicht bitter, dagegen das Gewebe, welches Gefäßbündelanlagen enthält, intensiv bitter. Er nimmt danach und nach anderen wenig beweisenden Versuchen an, daß das Emulsin nur in den Gefäßbündeln enthalten sei. Nach den quantitativen Versuchen von Johannsen scheint in der That das Ferment nur in den Gefäßbündeln, das Amygdalin in allen Teilen der Mandel enthalten zu sein.

Geschichte: Alexander Trallianus (Tralles jetzt Aidin-Güssilhissar, südöstlich von Smyrna) giebt im VI. Jahrh. eine Vorschrift zu Pastillen gegen Verstopfung, zu deren Darstellung er auch bittere Mandeln vorschreibt.

b) Semen Faenugraeci.

Semen foeni graeci, Bockshornsamensamen.

Litteratur.

Verbreitung und Kultur: de Candolle, Origine des Plantes cultivées 1883, p. 90. Battandier, Bulletin de la Société Botanique de France 31, 1884, p. 378.

Anatomie: Schleiden, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Blütheile bei den Leguminosen und Über das Albumen, insbesondere der Leguminosen, 1838. Sempolowski, Beiträge zur Kenntnis des Baues der Samenschale, Dissertation, Leipzig, 1874, S. 34. H. Nadelmann, Über Schleimendosperme der Leguminosensamen, Berichte der Deutsch. Botan. Gesellschaft 1889, S. 248. Scrobischewsky, Recherches sur l'embryogénie des Papilionacées, Bull. Congr. Internat. de Bot. et d'Hortic., Petersburg 1884, p. 207; Petersburg 1885. Godfrin, Recherches sur l'anatomie comparée des cotylédons et de l'albumen, Ann. d. sc. nat., Paris, 6. sér., T. 19, 1884, p. 5.

Chemie: Jahns; Flückiger, Pharmakognosie des Pflanzenreiches, Berlin 1883, S. 934. Jahns, Über die Alkaloide des Bockshornsamens, Berichte der Deutsch. Chemisch. Gesellsch. 18, 1885, S. 2518 und 20, 1887, S. 2840. Heckel und Schlagdenhaufen, Comptes rendues 1886, p. 1317 und Journal de Pharmacie et de Chimie, Paris 1886, T. 16, p. 213.

Stammpflanze: Trigonella faenum graecum L., Papilionaceae, Trifolieae.

Verbreitung: Die Pflanze scheint ursprünglich vom Nordwesten Indiens bis nach Kleinasien hin einheimisch gewesen zu sein.

Kultur: Man kultiviert die Pflanze in Thüringen, im Vogtlande, in Mähren, in der Schweiz, in Italien, in Marokko, in Ägypten und Indien,

weniger wegen ihrer geringen Verwendung in der Tierheilkunde als wegen der technischen Verwendung in der Tuchfabrikation und (in Ägypten z. B.) der Verwendung als Nahrungsmittel.

Nach der Ernte der ganzen Pflanze gewinnt man die Samen durch Ausdreschen.

Morphologie: Der hellbraune, etwa 3 mm lange und 2 mm breite Samen ist recht eigentümlich gestaltet. Die Fig. 111 E, zeigt denselben in natürlicher Größe, Fig. 110, a denselben vergrößert, ebenfalls von der Seite, während Fig. 110, b den Samen von seiner hinteren Kante abbildet. Die feinen Punkte in der Abbildung deuten die zarten körnigen



Fig. 110.

Samen von *Trigonella faenum graecum*.

a von der Seite, b von hinten.
f Furche. R Raphe. n Nabel.
r Würzelchen.
2fach vergr.

Rauheiten der Samenschale an, welche man nur mit der Lupe erkennen kann. Bei n liegt, etwas vertieft, der helle, kleine Nabel, welcher leicht mit der Lupe zu erkennen ist, bei R, als etwas dunkler Strich, die kurze Raphe. Der durch die flache Furche f, welche nach dem Nabel zuläuft, markierte Abschnitt des Samens birgt das Würzelchen des Embryo, an welches sich die Samenschale etc. dicht anschmiegt, der größere Abschnitt enthält die Kotyledonen. Durchschneidet man den Samen parallel der breiten Seite der Länge nach, so sieht man, wie es in Fig. 111, G

dargestellt ist, daß das Würzelchen (r) nach oben gebogen ist und der Kante der Kotyledonen (S) anliegt. Wenn man einen Schnitt quer durch den unteren Teil des Samens führt, so erkennt man auf der Schnittfläche mit der Lupe leicht die Samenschale (S, Fig. 111 F), das Endosperm (C), welches als eine glasige Schicht erscheint, die Kotyledonen (E) und das Würzelchen R. Letztere beide sind annähernd quer durchschnitten. Wenn man den Samen in Wasser eingeweicht hat, so läßt sich die Samenschale leicht als gelbe, feste Haut ablösen und von dem jetzt als glasige Haut ebenfalls leicht abzuhebenden Endosperme trennen. Dann läßt sich auch der Bau des gelblichen Keimlings gut erkennen.

Anatomie: Die dünne, zähe Samenschale (S, Fig. 111, A), welche man vom aufgeweichten Samen leicht abziehen kann, besteht aus 4 Zellschichten. Die Epidermis (Fig. 111, A, E; Fig. 111, C, a) ist aus prismatischen, senkrecht zur Oberfläche orientierten Zellen zusammengesetzt. Diese sind ziemlich kompliziert gebaut. Sie besitzen eine oben sehr enge, unten weitere Zelhöhle (H, Fig. 111, C) und im oberen Teile lange Tüpfeln, welche wie Spalten aussehen. Aus derselben Substanz, aus welcher der bisher beschriebene Teil der Zellwand der Epidermiszellen besteht, ist ein oberer zapfenartiger Teil (f, Fig. 111, C) der Außenwand der Zelle gebildet, welcher in einen chemisch von der übrigen Zellwand verschiedenen Abschnitt (l, Fig. 111, C) der Außenwand hineinragt. Der letztere löst sich in Wasser, während der übrige Teil der Zellwand in

Wasser unlöslich ist, und wird direkt von der Kutikula überzogen. (Sem-polowski sagt, daß sich die Epidermiszellen mit Ausnahme der Spitze, welche sich grünlich färbt, mit Schwefelsäure und Jod blau färbe. Die quellende Partie hat S. nicht gesehen, sie färbt sich also wahrscheinlich nicht mit Schwefelsäure und Jod.) Nach der Behandlung der Samen mit Wasser erscheint die von der Kutikula befreite Oberfläche derselben durch die stehenbleibenden Zapfen fein gezähnt. Isoliert man die Epidermiszellen durch Kochen der Samenschale mit Salpetersäure und Kaliumchlorat,

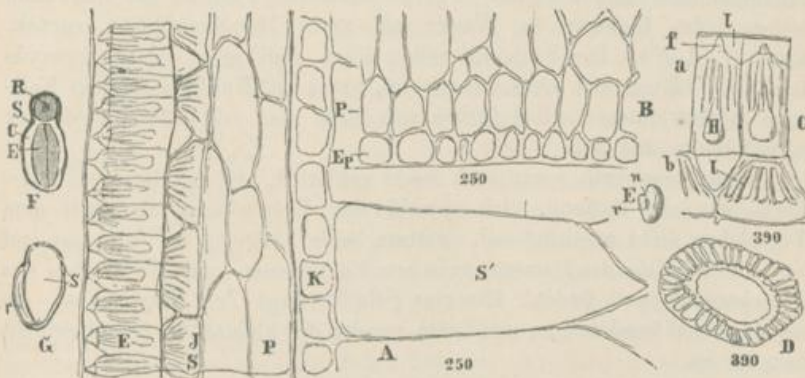


Fig. 111.

Anatomie des Bockshornsamens.

A Querschnitt durch die Samenschale (*S*) und die beiden innersten Zellschichten des Endosperms (*K* und *S'*). 250fach vergr.

B ein Stückchen des Querschnittes des Keimblattes. 250fach vergr.

C die Epidermis (*a*) und die darunter liegende Zellschicht (*b*) der Samenschale. 390fach vergr.

D Zelle *l* der Fig. *C* von oben gesehen.

E Samen in natürlicher Größe.

F Querschnitt durch den Samen. *R* Wurzel, *S* Samenschale, *C* Endosperm, *E* Kotyledonen.

G Längsschnitt durch den Samen. *S* Keimblatt, *r* Wurzel.

so erscheinen sie dickwandigen gerippten Flaschen nicht unähnlich. Zu bemerken ist noch, daß bei regelmäßig verteilten Gruppen von Epidermiszellen die Zapfen bis an die Kutikula reichen und breiter sind. Diese Gruppen bilden also die Kutikula stützende, unregelmäßige, aber gleichmäßig verteilte Pfeiler. Sie lassen sich schon bei Betrachtung des Samens mit der Lupe erkennen. Die Samenschale färbt sich mit Eisenchloridlösung dunkel.

Unter der Epidermis liegt eine Schicht breiter und niedriger Zellen (*J*, Fig. 111, *A*; *b*, Fig. 111, *C*). Ihr oberer Teil ist ebenfalls mit gestreckten Tüpfeln und entsprechenden Verdickungsleisten (*l*, Fig. 111, *C*) versehen, welche die Zellen wie Körbchen erscheinen lassen, wenn man sie von der Unterseite betrachtet (Fig. 111, *D*). Hierauf folgen zuletzt 2 bis 3 Parenchymzellenschichten (*P*, Fig. 111, *A*), welche im isolierten Zustande breit tafelförmig aussehen und nichts Charakteristisches zeigen.

(Die von Sempolowski angegebenen etwa 3 dünnen, zusammengefallenen, gerbstoffhaltigen Zellschichten, welche nun noch folgen sollen, scheinen mir nur in der Nähe der Raphe entwickelt zu sein; vielleicht sind sie Reste des Nucellusgewebes.) Der Samenschale liegt das Endosperm *aa*, dessen äußerste, aus kleinen kubischen Zellen bestehende Schicht (*K*, Fig. 111, *A*) Proteinkörner führt. Sie färbt sich mit Jodjodkalium intensiv gelb. An diese Schicht schliessen sich noch 3 bis 4 Lagen großer, dickwandiger Zellen an, deren Zellwand größtenteils aus sehr leicht quellenden Schleimlamellen aufgebaut ist. Nur die äußersten Partien der Zellwände bleiben beim Einlegen in Wasser als zarte Membranschicht zurück. (Fig. 111, *A*, *S'*). Die Schleimlamellen lösen sich nicht in Kupferoxydammoniak, bläuen sich aber mit diesem, sowie mit Kupfersulfat und Kalilauge höchst intensiv, und färben sich nicht blau mit Chlorzinkjod oder Schwefelsäure und Jod.

Bemerkenswert, wenn auch leicht erklärlich, ist es, daß das Endosperm wie ein Futteral, sich sowohl den Kotyledonen als auch dem Würzelchen dicht anschließend, letztere beide umgibt, so daß man auf dem Querschnitte des Samens zwischen Kotyledonen und Würzelchen das Endosperm doppelt findet. Die eine Schicht liegt den Kotyledonen, die andere dem Würzelchen an und beide wenden die kleinzellige Proteinschicht einander zu.

Die Raphe (*R*, Fig. 110). Das Gefäßbündelchen der Raphe tritt am oberen Ende des Nabels quer durch die Samenschale und wendet sich dann scharf nach oben, die Samenschale durchziehend, soweit die Raphe äußerlich seinen Verlauf andeutet. Die Raphe tritt so scharf hervor, weil über dem in der hier selbstverständlich viel mächtigeren, innersten Parenchymschicht der Samenschale verlaufenden Gefäßbündel die Epidermis und die direkt darunterliegenden Schichten etwas anders ausgebildet sind als in den übrigen Teilen der Samenschale, und weil das zweite, zusammengefallene Parenchym der inneren Schichten hier stark gebräunt ist. Die Epidermiszellen, welche gerade über dem Gefäßbündel stehen, sind etwa 3 mal so lang als die normalen und viel schmaler. An den schmalen Leisten langer Epidermiszellen legen sich jederseits einige Reihen kürzerer an, unter denen 2—3 Schichten stark verdickter Zellen liegen, das ersetzend, was die betreffenden Epidermiszellen selbst kürzer sind als die längsten über dem Bündel liegenden Epidermiszellen. So wird aus stark verdickten Elementen eine im Querschnitt der Raphe schön zu erkennende, sich nach rechts und links verjüngende, an ihrer Unterseite mit einer flachen Rinne versehene Leiste aufgebaut, unter welcher das Gefäßbündel verläuft, die Raphe.

Der Nabel (*n*, Fig. 110) wird völlig von der normal gebauten Epidermis überzogen, auf welcher jedoch noch einige lockere Parenchymschichten liegen. Unter der Epidermis, welche den Nabel überzieht, findet man, nach dem Würzelchen zu, ein Gewebe aus Armparenchym, an welches sich nach innen zu zusammengefallene Zellen, schließlich das

Endosperm anschließt, welches ja dort zwischen Würzelchen und Kotyledonen eingestülpt ist.

Will man die Schleimzellen in morphologischer Beziehung genauer untersuchen, so benutzt man am besten fast reife Samen, die in 96 procentigem Alkohol gehärtet sind. Bringt man Schnitte des gehärteten Endosperms in mit etwas Alkohol versetzte Jodjodkaliumlösung oder in mit etwas Wasser und Alkohol versetztes Hansteins Violett, so erkennt man,

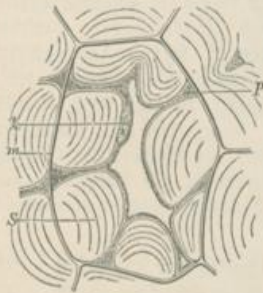


Fig. 112.

Querschnitt durch eine Zelle aus dem Endosperm eines fast reifen in Alkohol gehärteten Samens von *Trigonella faenum graecum*, in mit etwas Alkohol versetzter Jodjodkaliumlösung liegend.

Z Zellkern. P Protoplasma.
S Schleimlamellen. m Mittellamelle.
600fach vergr.

kennt man, daß die Endospermzellen (Fig. 112) eine grob getüpfelte Membran besitzen, deren kanalförmige, sich vorn verbreiternde Tüpfeln durch die ganze Schleimschicht der Membran bis zur dünnen Mittellamelle reichen. In der Membran tritt, wenn die richtige Menge Wasser zugesetzt ist, eine körnige, sehr zarte Schichtung hervor. Der durch Jod braun gefärbte Plasmakörper ist kräftig entwickelt, der Zellkern meist leicht aufzufinden.

Die etwas fleischigen Kotyledonen besitzen eine Epidermis, welche aus kubischen Zellen besteht. An diese schliessen sich auf der Oberseite der Keimblätter 3 Schichten palissadenartig gestreckter, auf der Unterseite etwa 7 Schichten isodiametrischer Zellen an. In den in der Mitte verlaufenden Gefäßbündelanlagen ist noch keine Trachee

sichtbar.

Auch in dem Würzelchen ist noch kein Element des Gefäßbündels definitiv ausgebildet; die Richtung der Zellwände läßt aber erkennen, daß ein vierstrahliges (tetrarches) Gefäßbündel zur Ausbildung gelangen soll.

Chemie: Der Schleim des Endosperms (etwa 28 % des Samens) ist nicht untersucht. Die Kotyledonen enthalten fettes Öl (6 % des Samens), in welchem auch Cholesterin und Lecithin nachgewiesen wurde, keine Stärke. Spuren von ätherischem Öle, welches unangenehm riecht, lassen sich aus dem Samen gewinnen. Es wurde außer Cholin (0,05 %) das krystallisierbare Alkaloid Trigonellin ($C^7H^7NO^2$, das Methylbetaïn der Nikotinsäure) zu 0,13 % aus dem Samen erhalten. Bei 100° getrockneter Samen lieferte 3,7 % Asche.

Geschichte: In den Rezepten Alexanders aus Tralles kommt *Trigonella* häufig vor. Die Samen wurden auch von der altarabischen Medizin viel gebraucht und von der Schule von Salerno beibehalten. Die mittelalterlichen Pharmaceuten benutzten den Schleim des Samens, wie andere Schleime, zur Bereitung des zusammengesetzten Bleipflasters.

e) **Semen Lini.**

Leinsamen, Flachssamen.

Litteratur.

Verbreitung und Kultur: de Candolle, Der Ursprung der Kulturpflanzen, Leipzig 1884, S. 148. Nobbe, Handbuch der Samenkunde, 1876, S. 439. Nobbe, Dammers Lexikon der Verfälschung, Leipzig 1887, S. 510.

Morphologie und Anatomie: Cramer; Nägeli und Cramer, Pflanzenphysiol. Untersuchungen. Botanische Beiträge, Zürich 1855, Heft 3. Hofmeister, Berichte der königl. sächs. Gesellsch. der Wissenschaften 1858, Heft 1. Berg, Anatomischer Atlas, 1865, S. 91, Tf. 46. Vogl, Kommentar zur österr. Pharmakopöe, 1880, S. 197. B. Frank, Pringsheims Jahrbuch für wissenschaftl. Botanik 1865, S. 161. Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreiches, Leipzig 1873. Sempolowski, Landwirtschaftl. Jahrbücher, 3. Bd., 1874, S. 823 oder Dissertation der Universität Leipzig, 1874. Nobbe, Samenkunde, 1876, S. 77. Möller, Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel, Berlin 1886, S. 172. Earl, The botany and materia medica of Linseed, Pharmaceutical journal and transactions, 14, 1884, p. 979.

Chemie: Kirchner und Tollens, Annalen der Chemie und Pharmacie (1874) 175, S. 205. Pelouze et Boudet, Annales de Chim. et de Physique (2) 69, p. 43. Flückiger, Pharmaceutische Chemie, 1888, S. 200. Wolff, Aschenanalysen, Berlin 1871, S. 160. Ladureau, American Journal of Pharmac. 1881, p. 552. William Lawson, Pharmaceutical journal and transactions (3) 1885, No. 795, p. 245. Cullinan, The chemistry of Linseed, Pharm. Journ. and Transact. (3) 1885, No. 795, p. 245. Peters, Archiv für Pharmacie 1886, S. 982. Dieterich, Helfenberger Ann., 1887, S. 89 (Flüchtige Säuren des Leinöls).

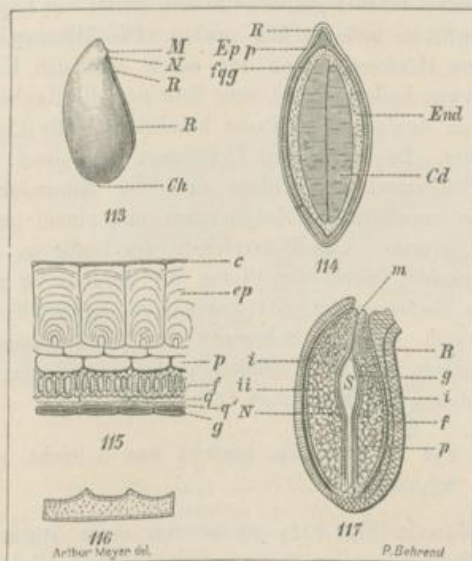
Stammpflanze: *Linum usitatissimum* L., Linaceae.

Verbreitung der Stammpflanze: Die einjährige Spielart des Flachses (*L. usitat.* var. *annuum*), welche bei uns gebaut wird, ist in den zwischen dem Persischen Golf, dem Kaspisee und dem Schwarzen Meere gelegenen Ländern wahrscheinlich spontan. Eine perennierende Form (*L. usitat.* var. *angustifol.*) kommt von den kanarischen Inseln bis nach Palästina und dem Kaukasus wahrscheinlich wild wachsend vor. Sicher ist, daß an diesen Orten *Linum usitatissimum* seit mindestens 5000 Jahren wächst. Weiteres ist über die Urheimat der Pflanze nicht bekannt.

Kultur: Der Flachs kann in allen Ländern der Erde, mit Ausnahme der heißesten Gegenden kultiviert werden. Ein viel bedeutenderer Flachsbau als in Deutschland wird in Rußland und Indien betrieben. Auch in Nordamerika, Algerien und Ägypten wird viel Flachs kultiviert. Man baut den Flachs in manchen Gegenden (z. B. in Indien) vorzüglich des Samens wegen. Auch bei uns (vorzüglich in Ostpreußen) züchtet man hie und da den Flachs des Samens wegen, aber dann nur zur Aussaat. Man läßt den Samen dann, auf Kosten der Tauglichkeit der Gespinnstfaser, gänzlich ausreifen. Hauptsächlich wird aber der bei der Gewinnung der Faser aus der Pflanze als Nebenprodukt abfallende, nicht völlig ausgereifte Samen (Schlaglein) gewonnen und verwendet. Beim Einkauf hat

man darauf zu achten, daß der Unkrautsamen, welcher hie und da bis zu 3 % dem Leinsamen beigemischt ist, möglichst entfernt sei.

Es giebt, was für eine so alte Kulturpflanze selbstverständlich ist, eine ganze Reihe von Spielarten und Kulturrassen des Leines. Diese wurden durch Auswahl hauptsächlich nach der Richtung der Faserqualität, welche



Erklärung der Tafel.

Fig. 113. Der Samen von *Linum usitatissimum*.

M Mikropyle oder Samenmund. *N* Nabel. *RR* Raphe. *Ch* Ort der nicht deutlich ausgebildeten Chalaza.

Fig. 114. Querschnitt durch den Leinsamen, schematisch, schwach vergrößert.

R Raphe. *Ep p* Epidermis und äußeres Parenchym der Samenschale. *fgg* innere Schichten (entsprechend *fgg* der Fig. 115) der Samenschale. *End* Endosperm. *Cd* Kotyledonen des Embryos.

Fig. 115. Querschnitt der Samenschale des Leinsamens.

c Kutikula. *ep* Epidermis. Die übrigen Buchstaben im Texte erklärt.

Fig. 116. Eine isolierte Sklerenchymzelle aus der Schicht *f* der Fig. 115.

Fig. 117. Längsschnitt durch die Samenknospe des Leins, vergrößert, halbschematisch.

R Leitbündel des Funikulus. *i* äußeres Integument. *ii* inneres Integument. *N* Rest des Nucleusgewebes, welches den Embryosack *S* als dünne Schicht überzieht. *f* Zellschicht, welche zu der Schicht *f* Fig. 115 wird. *p* Parenchym, welches die Schicht *q q'* Fig. 115 liefert. *g* Zellschicht, welche zur Schicht *g* Fig. 115 wird.

die Pflanze liefert, und nach der Richtung der Samenqualität gezüchtet. Man unterscheidet, wie schon erwähnt, einjährige und mehrjährige Formen; unter den einjährigen, die bei uns fast allein gebaut werden, unterscheidet man weiter Schliefslein, dessen Kapseln sich nur bei völliger Reife langsam öffnen und Springlein, dessen Kapseln sehr leicht aufspringen. Ferner

kennt man einjährigen Winterlein. Auch Rassen mit gelblichen, ja fast weissen Samen hat man gezüchtet.

Morphologie: Der etwa 4 bis 6 mm lange Samen der officinellen einjährigen, braunsamigen Spielart (Fig. 113) ist länglich eiförmig, flachgedrückt, 1 mm dick und wiegt ungefähr 5 mg. Die Oberfläche des Samens ist heller oder dunkler glänzend braun, glatt; bei Lupenbetrachtung erscheint die Oberfläche äusserst fein grubig. Die Mikropyle (*M*) erkennt man als dunkleres Höckerchen an der einen schmalen Kante, darunter liegt der meist etwas hellere Nabel, von dem aus die Raphe (*R*) als meist hellerer Streifen an der scharfen Kante hinabzieht. Die Chalaza ist nicht auffällig ausgebildet. Legt man den Leinsamen in Wasser, so umgiebt er sich mit einer Schleimschicht. Öffnet man die Samenschale, so findet man den mit zwei herzförmigen Kotyledonen und einem geraden Würzelchen versehenen Embryo. Das Würzelchen des Embryos ist nicht nach der Mikropyle, sondern nach der Spitze des Samens zu gerichtet. Das dünne, weifliche Endosperm bleibt gewöhnlich beim Öffnen des Samens an der Samenschale haften. Schneidet man den Samen quer durch (Fig. 114), so erkennt man die Ausdehnung des Endosperms (*End*) und die Lage der Kotyledonen des Keimlings (*Cd*) leicht.

Anatomic: Die Samenschale besteht aus 6 leicht voneinander zu unterscheidenden Schichten.

1. Die Epidermis (Fig. 115, *ep*) ist von einer starken Kutikula (*c*) überzogen. Die Epidermiszellen sind unregelmässig prismatisch (Fig. 118, *c*). Die Membran ihrer Außenwand und der Seitenwände ist stark und geschichtet verdickt. Die Verdickungsschichten bestehen nicht aus Cellulose, denn sie lösen sich nicht in Kupferoxydammoniak und werden durch Jod und Schwefelsäure nicht blau gefärbt. Die Schichten quellen in Wasser auf und bilden den Schleim, welcher sich an dem in Wasser liegenden Samen zeigt. Nach Hofmeister und Sempolowski (Seite 5 der Dissertation) soll der Schleim aus den Zellen hervortreten können, ohne dass die Kutikula oder die zarten, nicht quellenden Schichten der Seitenwände sich öffnen, wahrscheinlich findet aber, wie alle anderen Autoren annehmen, Zerreißen der Zellen vor dem Austritte des Schleimes statt.

2. Unter der Epidermis liegt eine Schicht aus 1 bis 3, meist 2 Lagen von dünn- und gelbwandigen Parenchymzellen (*p*, Fig. 115 u. 118).

3. Hierauf folgt eine einfache Lage längsgestreckter, schlanker Sklerenchymzellen (*f*, Fig. 115 u. 118), mit mäfsig verdickten, grob getüpfelten Wänden. Da, wo der Samen fein punktiert erscheint, rührt dies von dem eigentümlichen Baue dieser Sklerenchymschicht her. Wie der Querschnitt zeigt, sind die Sklerenchymzellen dann nicht von einer Höhe, sondern mehrere zusammen bilden durch ihre verschiedene Gröfse kleine Buchten, die also als kurze, in der Längsrichtung des Samens liegende Rinnen er-

scheinen müssen, wenn man die Oberfläche des Samens betrachtet. Diese Rinnen werden aber nun dadurch in kleine Gruben geteilt, daß die Sklerenchymelemente selbst an der Außenwand kleine, verschieden starke Ausstülpungen an ihrer Oberfläche besitzen, wie sie in Fig. 116 an einer aufrecht stehenden, von der Seite gesehenen Zelle dargestellt sind. Zwischen der untersten Schicht *p* und der Schicht *f* finden sich an den Kanten der Zelle *p* kleine Interzellularräume, welche mit Luft gefüllt sind und ebenfalls zur Erscheinung der zarten Punktierung etwas beitragen,

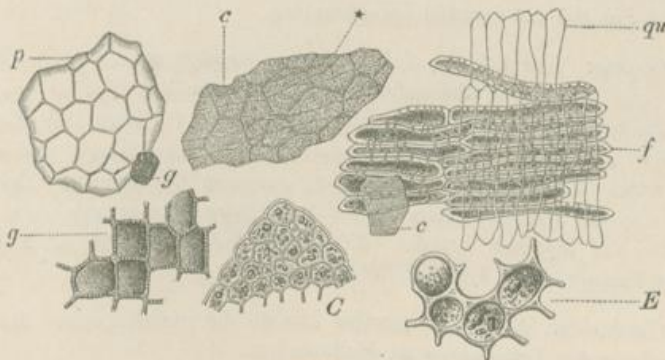


Fig. 118.

Gewebeformen aus dem Pulver des Leinsamens.

p Parenchymtschicht *p* der Fig. 115. *c* Kutikula und äußerste Lamelle der Epidermiszellen mit Sprunglinien. *f* Sklerenchymzellen (kurze Sklerenchymfasern) von der Fläche gesehen. *qu* Parenchymtschicht *q* der Fig. 115. *g* Zellen der inneren Epidermis. *C* Spitze des Keimblattes. *E* Endospermzellen.

100fach vergr.

(Figur aus Möller, Nahrungs- und Genußmittel. Berlin, Springer, 1893.)

indem sie die Grenzen der Buchten schärfer hervortreten lassen. In der That ist die Oberfläche des trockenen Samens völlig glatt, weil die Schleimzelle den Samen wie eine durchsichtige Lackschicht überzieht.

4. Unter den Faserzellen liegt eine Zellschicht aus etwa 6 Lagen ganz zusammengefallener, dünnwandiger, gestreckter Elemente (*q* und *q'*, Fig. 115). Die oberste, den Sklerenchymzellen direkt anliegende Schicht (*qu*, Fig. 118) ist meist noch am besten erhalten und bleibt leicht an den Sklerenchymzellen hängen, wenn man diese zu isolieren sucht.

5. Schließlich folgt eine Schicht flacher, derbwandiger, getüpfelter, mit einer braunen Masse gefüllter Zellen (*g*, Fig. 115 und 118).

Unter der Samenschale liegt das Endosperm. Es besteht aus zarten, vieleckigen Zellen und enthält wie der Embryo Öl und Proteinkörner, die hie und da gut entwickelte oktaedrische Krystalloide einschließen.

Entwicklungsgeschichtliches: Die Samenschale ist nur aus den beiden Integumenten der Samenknospe hervorgegangen, und zwar sind die beiden

ersten Schichten *ep* und *p* aus dem äußeren Integumente (Fig. 117, *i*), alle anderen, also *f*, *q*, *q'* und *g* der Fig. 115, aus dem dicken inneren Integumente (*ii*, Fig. 117) gebildet. Die Schicht *f* ist aus der äußersten Schicht des inneren Integumentes, die Schicht *g* aus der innersten Zellschicht der letzteren hervorgegangen. Der Nucellus ist schon in der unbefruchteten Samenknope von dem Embryosacke (*S*, Fig. 117) fast vollständig zerstört, so daß der letztere fast nackt an das Integument grenzt; Reste des Nucellusgewebes findet man deshalb im Leinsamen nicht, und das Endosperm grenzt auch im fertigen Samen überall direkt an die innerste Schicht des inneren Integumentes.

Chemie: Der Schleim der Epidermis beträgt etwa 6 % des Samens, liefert mit verdünnter Schwefelsäure rechtsdrehenden Zucker und giebt mit Salpetersäure Schleimsäure; mit Chlorzinkjod färbt er sich nicht blau und löst sich nicht in Kupferoxydammoniak. Der Samen liefert etwa 30 % fettes Öl, welches hauptsächlich aus dem Glycerinäther der Linolsäure und der Isolinolensäure und Linolensäure, ferner aus etwas Olein, Palmitin und Myristin besteht. Die Asche beträgt im Mittel 3,7 %, der Stickstoffgehalt etwa 4 %, der Wassergehalt 8 %.

Geschichte: Schon Dioscorides kannte die innerliche und äußerliche Anwendung des Leinsamens zu Heilzwecken.

Placenta Seminis Lini.

Die Leinkuchen sind die nach Auspressen des Leinöls zurückbleibenden Presskuchen der Leinsamen. Sie werden als Futtermittel und Düngemittel gebraucht und sind deshalb durch den Handel leicht zu erlangen. Die Leinkuchen enthalten alle Bestandteile des Leinsamens außer dem Öle. Sie hinterlassen danach beim Verbrennen etwa 5 % Asche. Die Reinheit des Leinkuchens erkennt man leicht mittels des Mikroskopes. Man darf darin nur die in Fig. 118 abgebildeten Zellformen finden. Vorzüglich darf sich Stärke durch Chloraljod nicht darin nachweisen lassen.

a) **Semen Sinapis.**

Schwarzer Senf, grüner Senf.

Litteratur.

Morphologie und Anatomie: Sempolowski, Landwirtschaftl. Jahrb. III, S. 823; Dissertation, Leipzig 1874. v. Höhnel, Bau der Samenschale der kultivierten Brassica-Arten, Wissensch. prakt. Untersuchungen von Haberland, 1875, I, S. 171. Möller, Mikroskopie der Nahrungs- und Genußmittel, Berlin 1886, S. 259.

Chemie: Bussy, Journal de pharmacie (2) 26, p. 39 (1839). Will und Körner, Annalen der Chemie und Pharmacie 119, S. 376 und 125, S. 257. Dircks, Landwirtschaftliche Versuchsstationen Bd. 28, S. 179. Heckel und Schlagdenhauffen, Journal de Pharmacie et de Chimie 1886, T. 14, p. 213. Birkenwald, Beiträge zur Chemie der Sinapis juncea und des ätherischen Senföles, Dissertation, Dorpat 1888.

Stammpflanze: Brassica nigra Koch (Sinapis nigra L.) Cruciferae-Orthoploceae.

Verbreitung der Stammpflanze: Die ursprüngliche Heimat der Brassica nigra ist nicht festzustellen; die Pflanze ist durch die Kultur weit verbreitet worden.

Kultur: In Deutschland wird Brassica nigra an den verschiedensten Orten als Feldfrucht gebaut; auch in Holland, England, Italien, in Nord- und Südamerika wird viel schwarzer Senf kultiviert.

Morphologie: Die aus einer kampylotropen Samenknospe entstandenen, etwa 1,5 mm langen, ungefähr kugelförmigen oder kurz ovalen, etwa 1 mg wiegenden Samen sind außen dunkelbraunrot, innen gelb. Die Oberfläche



Fig. 119.

a Embryo des Senfsamens.

b querdurchschnittener Senfsamen.
r Würzelchen. c' und c Kotyledonen.
s Samenschale.

der Samenschale zeigt sich bei Lupenbetrachtung deutlich netzig grubig. Hie und da ist die Samenschale ganz weiß oder weißschuppig; es hat sich dann die Epidermis der Samenschale losgelöst. Der Nabel tritt als helles Pünktchen hervor. Weicht man den Samen in Wasser auf, so wird seine Oberfläche etwas schlüpferig. Löst man den Embryo aus der Samenschale heraus, so findet man, daß derselbe fast so groß wie der Samen ist, und daß er die für die ganze Abteilung der Cruciferae-Orthoploceae charakteristische Form hat. Die beiden grünlichgelben Keimblätter des Embryo sind der Länge nach einmal (im Mittelnerven) zusammengefaltet, das äußere c mit der Unterseite, das innere c' mit der Oberseite nach außen, das letztere vom ersten umfaßt. Das Würzelchen r ist umgebogen und liegt den Rändern des inneren Keimblattes an, legt sich sogar teilweise zwischen dieselben. Ein Schnitt durch den Samen, welcher das Würzelchen quer trifft, zeigt deshalb das in Fig. 120 dargestellte Bild.

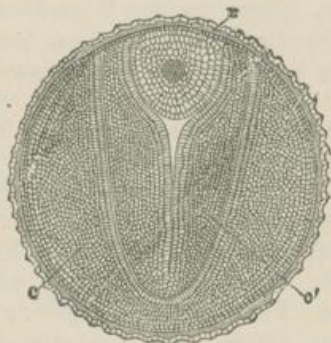


Fig. 120.

Querschnitt des Samens von Brassica nigra.

c' c' Kotyledonen. r Würzelchen.

noch völlig im embryonalen Zustande. Die Kotyledonen besitzen kleine, etwas tafelförmige Epidermiszellen (e, Fig. 121), an welche sich auf der

Anatomie: Das Gewebe des Embryo, welcher sich leicht aus der Samenhaut herauschälen läßt, wenn man den Samen eingeweicht hatte, befindet sich

Keimblattoberseite 3 palissadenartig gestreckte Zellschichten, auf der Keimblattunterseite etwa 4 Lagen vieleckiger, fast isodiametrischer Zellen anschließen. In der Mitte des Kotyledongewebes verlaufen einige

im Querschnitte etwa elliptische Gefäßbündelanlagen (*g*, Fig. 121, *C*).

Fig. 121, *R* stellt ein Stückchen des Querschnittes des Wurzels dar.

Die Rindenzellen der Wurzel *p*, *R* erscheinen auf dem Querschnitte kreisförmig und zeigen deutliche Interzellularräume. Ein Längsschnitt durch die Epidermis *e* und die darunterliegenden Zellen ist in *R'* abgebildet.

Das Gewebe der Anlage des radialen Gefäßbündels des Wurzels (*g*, *R*) ist sehr kleinzellig.

Gefäße sind in dem Keimpflänzchen noch nicht angelegt. Das Gewebe des ganzen Keimpflänzchens führt fettes Öl und Proteinkörnchen.

Die dem Keimpflänzchen direkt aufliegende, in Wasser oder Weingeist fast homogen erscheinende Schicht (*r*, *S*) besteht aus dünnwandigen, leeren, farblosen, gänzlich zusammen-

gedrückten Zellen, deren Wandungen mit Chlorzink Cellulosereaktion geben. Gegenüber dem Wurzelschen besteht die Schicht aus 3—6 Zell-

lagen; am Wurzelschen kommen noch einige Lagen hinzu; am Hilum ist die Anzahl der Lagen sehr groß.

Über dieser Schicht liegt eine einfache Lage von im Querschnitte des Samens quadratischen oder tangential gestreckten Zellen (*κ*, *S*), welche homogenes, ölfreiches, mit feinen Proteinkörnchen gefülltes Plasma führen. Von oben gesehen sind diese Zellen unregelmäßig vieleckig und erscheinen lückenlos verbunden (*K*). In der Gegend der Mikropyle und des Hilums fehlt die Schicht. Diese beiden Schichten (*r* und *κ*) sind höchst wahrscheinlich das rudimentäre Endosperm. Auf dieser Schicht liegt eine einzige Reihe

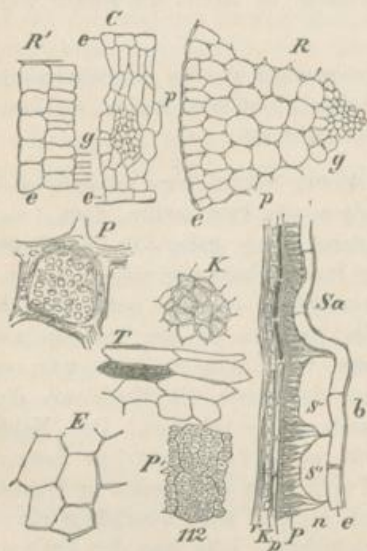


Fig. 121.

Gewebeformen aus dem Samen von *Brassica nigra*.

C Querschnitt durch ein Stückchen des Keimblattes. *e* Epidermiszellen. *p* Parenchymzellen. *g* Gefäßbündelanlage.

R Querschnitt des Wurzelschens. *e*, *p*, *g* wie bei *C*.

R' Längsschnitt durch Epidermis *e* und darunter liegende Parenchymzellen des Wurzelschens.

S Querschnitt durch die Samenschale und zwar bei *a* durch die ungequollene, bei *b* durch die aufgequollene Samenschale. *r* innerste, aus zusammengefallenen Zellen bestehende Schicht. *κ* kleinzellige, ölfreiches Plasma führende Zellschicht. *p* Farbstoff führende Zellschicht. *P* Palissadenzellschicht. *S'* große Parenchymzellen. *e* Epidermis.

E Epidermiszellen in der Aufsicht.

P Gruppe von Palissadenzellen, von unten gesehen.

T Farbstoff führende Zellen in der Flächenansicht. *K* Plasmaschicht (*SA*) in der Flächenansicht. *P* Gruppe von Palissadenzellen, von oben gesehen, Flächenansicht.

112 fach vergr.

die Schicht. Diese beiden Schichten (*r* und *κ*) sind höchst wahrscheinlich das rudimentäre Endosperm. Auf dieser Schicht liegt eine einzige Reihe

von tafelförmigen, tangential gestreckten Zellen ($S, p; T$), welche mit einem braunen, sich mit Eisenchlorid schmutzig blau färbenden, in Kalilauge löslichen Körper angefüllt sind. In der Mikropylen- und Hilumgegend besteht diese Schicht aus mehreren Lagen. Hierauf folgt die Schicht der Palissadenzellen (S, p), welche etwas heller braun gefärbt ist, als die vorhergehende Schicht. Dieselbe färbt sich ebenfalls mit Eisenchlorid schmutzig blau. Sie besteht aus hohen, becherförmigen Zellen, deren Wand nur am unteren Teile verdickt, oben sehr dünn ist. Die Länge dieser Zellchen ist verschieden, und zwar sind Gruppen von Zellen um ein gemeinsames Centrum so geordnet, daß die kürzesten in der Mitte stehen und die nach der Peripherie der Gruppe zu gelegenen nach und nach länger werden. P stellt eine solche Gruppe, nach einer in Wasser aufgeweichten Samenschale gezeichnet, von oben gesehen dar; die breiten Ränder entstehen durch die zusammengefallenen Wände der längsten Zellen. Von unten gesehen erscheinen die Palissadenzellen wie P' ; man sieht hier in das Lumen der Zellen hinein. Über der Palissadenschicht liegen Zellen mit sehr dünner Cellulosewand (S, s'). Diese Zellen sind leer und im trockenen Samen zusammengefallen, so daß ein Schnitt durch die im trockenen Samen liegende, in Glycerin liegende, das Bild bietet, wie Fig. 121, S bei a . Die Epidermis liegt also den Palissadenzellen in der trockenen Samenschale dicht auf und giebt so die Form der Gruppen der Palissadenzellen wieder; deshalb erscheint die Samenschale grubig. Jede Grube ist so groß, wie die Zelle S, s' . Die Epidermis (e, S) besteht aus tafelförmigen Zellen, deren Wände sehr stark verdickt und quellbar sind. Ein Lumen derselben ist weder auf dem Querschnitte noch von der Fläche aus zu erkennen. Bei *Sinapis brassicata*, welche eine ähnliche Epidermis besitzt, läßt sich nach Sempolowski die Schichtung und das Lumen erkennen. E zeigt die Epidermis von oben gesehen. Bei längerem Liegen des Samens in Wasser quillt die Wand stark. Sie läßt sich durch Jod und Schwefelsäure oder mit Chlorzinkjod blau färben.

Chemie: Die Senfsamen enthalten (wie die bitteren Mandeln) in dem Embryo ein Glykosid, das Sinigrin (myronsaures Kalium, $C^{10} H^{18} KNS^2 O^{10}$), welches aus dem entölten und getrockneten Senfsamen leicht als gut krystallisierende, in Wasser lösliche Substanz gewonnen werden kann, und von welchem im Maximum 0,6 % aus dem Samen erhalten wurde, eine im Verhältnis zum Senföle viel zu geringe Ausbeute; denn 1 % Senföle setzt ungefähr 5,4 % Sinigrin voraus. Letzteres schmeckt bitter, nicht scharf. Durch ein in dem Senfsamen enthaltenes Ferment (Myrosin) kann dasselbe in wässriger Lösung gespalten werden in

Senföle $SCN (C^3 H^5)$, Isosulfocyan-Allyl,
 Traubenzucker $C^6 H^{12} O^6$,
 Kaliumbisulfat $SO^4 KH$.

Pulverisierter Senfsamen, den man mit Wasser etwa 4 Stunden stehen läßt, liefert bei der Destillation etwa 1–2 % aus dem Sinigrin

entstandenes Senföl (welches übrigens stets etwas Schwefelkohlenstoff enthält). Bringt man ganze oder zerstoßene Senfsamen direkt in kochendes Wasser, so entsteht kein Senföl, weil durch das kochende Wasser das Ferment zerstört wird; überhaupt wirken alle Agentien, welche das Ferment zerstören, selbstverständlich in gleichem Sinne. Auch längeres Einweichen mit kaltem Wasser zerstört die Eigenschaft des Samens, Senföl zu erzeugen. Aus dem Samen läßt sich ferner etwa 30 % eines nicht trocknenden fetten Öles gewinnen, in welchem Glycerinester der Behensäure und Erukasäure, auch Lecithin nachgewiesen worden sind. Der Senfsamen liefert ungefähr 4 % Asche.

Birkenwald fand in einer Probe von *Brassica nigra*:

Feuchtigkeit	8,47	
Asche	5,04	
Phosphorsäure	1,84	
In Petroläther löslich	} bei successiver Behandlung {	
In Äther „		29,37
In absol. Alkohol „		0,93
In 75proz. Spirit. „		0,8
Schwefel	} nach Dirks'scher Methode {	
Senföl		6,77
Stickstoff	0,611	
	1,80	
	4,503	

Verwechslungen und Verfälschungen: Die Samen anderer Brassica-Arten sind denen des schwarzen Senfes sehr ähnlich gebaut. So zuerst die von *Brassica juncea* (Sarepta-Senf, in Südrussland, Indien, Afrika, kultiviert), welche größer (1,5—1,7 mm) und etwas heller braun sind, im übrigen die gleichen mikroskopischen, chemischen und medizinischen Eigenschaften besitzen, wie die von *Brassica nigra*. Die Samen von *Brassica rapa* (Rübenkohl, Rübsen) sind etwa 1,5 mm groß, rotbraun und sehr fein punktiert-, nicht eigentlich netzig-grubig. Ihre Samenschale unterscheidet sich nur dadurch von derjenigen des schwarzen Senfes, daß die Epidermis und die darunter liegenden zwei Parenchymschichten, also alle bis zur Palissadenschicht vorkommenden Zellen, zu einer einheitlich erscheinenden Haut von der Dicke der Epidermis des schwarzen Senfes zusammengefallen sind. Die Samen liefern übrigens nur so wenig (Ritthausen) Senföl, daß sie nicht scharf schmecken. Besser zu unterscheiden sind die bis 2 mm großen, schwarzbraunen Samen von *Brassica Napus* (Raps); unterscheidend ist für sie die Palissadenschicht der Samenschale, welche aus gleich hohen, weiltumigen Elementen besteht. Auch diese Samen schmecken nicht eigentlich scharf. Die graubraunen, 1,5 mm großen, nicht scharf schmeckenden Samen von *Brassica oleracea* (Kohlsamen) verhalten sich bezüglich der Palissadenschicht wie die vorhergehenden Samen, außerdem liegen unter der Epidermis zwei Parenchymschichten. Ganz ähnlich wie der Samen von *Brassica oleracea* verhält sich der von *Sinapis arvensis*.

(Vergleiche Nolte in Dammers Lexikon der Verfälschung, Leipzig 1887, S. 777).

Im ganzen Zustande sind mit dem schwarzen Senfsamen nicht zu verwechseln die Samen von *Brassica alba*, weil letztere gelblich sind. (Es kommen allerdings nach Nolte auch Samen von brauner Farbe vor.) Dieser Samen (*Semen Erucæ*, weißer Senf) unterscheidet sich auch vom schwarzen Senf durch die dicken Epidermiszellen, deren Wände geschichtet und quellbar sind. Chemisch ist der Samen von *Brassica alba* dadurch ausgezeichnet, daß er kein Sinigrin, sondern Sinalbin enthält, welches bei der Spaltung Sinalbinsenöl (C^7H^7ONCS), eine scharf schmeckende, nicht flüchtige Flüssigkeit liefert.

Das Pulver des Senfes ist mit Mehl, Rapskuchenmehl, Leinsamenmehl verfälscht angetroffen worden.

Geschichte: Der Senfsamen wurde schon im Altertume als Gewürz und Arzneimittel benutzt.

e) **Semen Strychni.**

Brechnüsse, *Nuces vomicae*.

Litteratur.

Morphologie und Anatomie: F. A. Flückiger und Arthur Meyer, Über die Frucht von *Strychnos Ignatii*, Archiv der Pharmacie 1881, 16. Bd., 6. Heft. Radlkofer, Über die Methode der botan. Systematik, Münchener akademische Festrede, Juli 1883. Ed. Schür, Über einige pharmakognostische Verhältnisse der *Nux vomica*, Archiv der Pharmacie 1885, 23. Bd., Heft 20. Dr. Eduard Tangl, Über offene Kommunikation zwischen den Zellen des Endosperms einiger Samen, Pringsheims Jahrbücher, Bd. 12, 1879 bis 1881, S. 170. Strasburger, Über den Bau und das Wachstum der Zellhüte, Jena 1882, S. 24 u. S. 247. A. Tschirch, Indische Fragmente. I. *Strychnos nux vomica*, Arch. d. Pharm. 1890, S. 203.

Ort des Vorkommens der Alkaloide in dem Samen: Rosoll, Beiträge zur Histochemie der Pflanze, Sitzungsber. der Wiener Akademie 89, I, S. 137. O. Lindt, Über den mikrochemischen Nachweis von Brucin und Strychnin, Zeitschrift für wissenschaftl. Mikroskopie I, 1884, S. 237. Errera, Localisation et la signification des Alcaloïdes dans les plantes, Bruxelles 1887.

Chemic: Merck, Trommsdorffs Neues Journal der Pharmacie 20, 1. 134. F. Meyer, Dissertation, Petersburg 1875. Hohn, Archiv der Pharmacie 202, S. 137. Flückiger, Pharmakognosie des Pflanzenreiches II. Auflage III. Abt., S. 962. Dunstan and Short, Pharmaceutical journal and transactions (3) 1883 (Vol. 14) p. 1053. Dunstan and Short, Ph. Journ. and trans. (3) 1883, Vol. 13, No. 660, p. 665 und No. 664, p. 292. Dunstan and Short, Ph. Journ. and trans. (3) 1884, 13, p. 1053. Dunstan and Short, Ph. Journ. and transact. (3) 15, p. 1. Warnecke, Pharmaceutische Zeitung 1886, No. 71. S. 536.

Dragendorff, Chemische Wertbest. starkwirkender Drogen, Petersburg 1874. Schweissinger, Archiv der Pharmacie, 1885, 223, 579. L. von Italie, Nederl. Tijdschr. v. Pharm. Chem. en Toxikol. Kremel, Notizen zur Prüfung der Arzneimittel, Wien, 1889, p. 80. Dietrich, Pharm. Centralh. 1887, No. 3. Bekurts und Holst, Ph. Centralhalle 1887, No. 10, p. 119. Helfenberger Annalen 1888, 16 und 85. M. C. Traub und G. M. Pyritz, Der Fortschritt 1888, S. 214. B. Holst und H. Bekurts, Archiv der Pharmacie 1890, S. 330.

Stammpflanze: Strychnos Nux vomica L., Loganiaceae.

Verbreitung der Stammpflanze: Der Baum ist in Vorderindien (vorzüglich häufig auf Ceylon), Hinterindien und Nordaustralien einheimisch. Dort findet er sich vorzüglich in den Wäldern der Küstengebiete.

Einsammlung: Die Brechnüsse werden von wild wachsenden Bäumen gesammelt. Wir erhalten die Droge hauptsächlich über Bombay, Cochin an der Malabarküste und Madras. Der Gehalt der Droge an Alkaloiden scheint in keiner Beziehung zur Handelsbezeichnung der Ware zu stehen; Bombayware ist z. B. manchmal reicher, manchmal ärmer an Alkaloid als Madrasware. Danach ist auch der Handelswert der verschiedenen Sorten nicht immer der gleiche.

Morphologie: Der Samen von Strychnos Nux vomica geht aus einer fast anatropen Samenknospe hervor, die jedoch sofort nach der Befruchtung hemianatrop wird, indem sich der Embryosack völlig, der Mikropylkanal mehr und mehr senkrecht auf die Richtung des Funikulus stellt. Die Samenknospe, welche, aus einer eben geöffneten Blüte stammend, in Fig. 123 dargestellt ist, besitzt stets nur ein sehr dickes Integument (*i*), welches den Embryosack (*Es*) direkt umhüllt, durch dessen Wachstum das Nucellusgewebe zerstört wurde. Das Gefäßbündel (*g*) des Funikulus reicht nicht bis an die Chalaza, sondern nur bis zum Integumente. Die Entwicklung der Samenknospe zum Samen konnte ich wegen unzureichenden Materials nicht eingehend genug verfolgen, doch scheint sich die Sache nach dem, was ich an einigen jungen Samen (welche ich, wie die Blüten als vorzüglich konserviertes Spiritusmaterial 1889 aus Ceylon erhielt) zu beobachten im stande war, folgendermaßen zu verhalten. Das einzige Integument beginnt bald ein energisches Wachstum, indem es sich stark verdickt und zugleich allseitig gleichmäßig zu einer rechtwinklig zum Funikulus stehenden Scheibe auswächst, welche in der Mitte eine der späteren Endospermspalte ähnliche Höhlung enthält. Es besteht wesentlich aus dünnwandigem Parenchym, in welches jedoch hie und da einzelne netzförmig verdickte Zellen eingestreut sind. Das Endosperm scheint anfangs diesem Wachstum nicht zu folgen, vielmehr scheint der Embryosack anfangs in der Mitte der Samenknospe, gegenüber dem Funikulus liegen zu bleiben (wodurch vielleicht die Erhöhung, welche oft dem Nabel des fertigen Samens gegenüberliegt, veranlaßt wird) und erst später in die Spalte der Samenknospe hinein zu wachsen, welche von dem Integumente gebildet wurde. Noch an einem 12 mm breiten Samen, den ich untersuchte, bildete das fleischige Integument, dessen Haarepidermis schon vorhanden war, die Hauptmasse des Samens. Später entwickelt sich das Endosperm kräftig und drückt das mächtige Gewebe des Integumentes so zusammen, daß nur noch die Epidermis gut erhalten bleibt. Das Gefäßbündel des Funikulus dringt nur ein wenig tiefer in das Gewebe der Samenschale ein und verzweigt sich

allseitig strahlenförmig, ohne zur Chalaza einseitig vorzudringen. Der Funikulus wächst zu einem langen, sehr zarten, leicht abreisenden Samenstiele aus.

Die reifen Samen sind ursprünglich in das Fruchtfleisch einer hartschaligen, roten Beere, von etwa 5 cm Durchmesser eingeschlossen (Fig. 122, *D*), welche aus einem zweifächerigen Fruchtknoten (Fig. 122, *C*) hervorging, dessen Scheidewand, Placenten und innerer Teil der Karpelle in Fruchtfleisch verwandelt werden, während eine peripherische Zellschicht zu einer 2 mm dicken brüchigen, harten Hüllschicht wird.

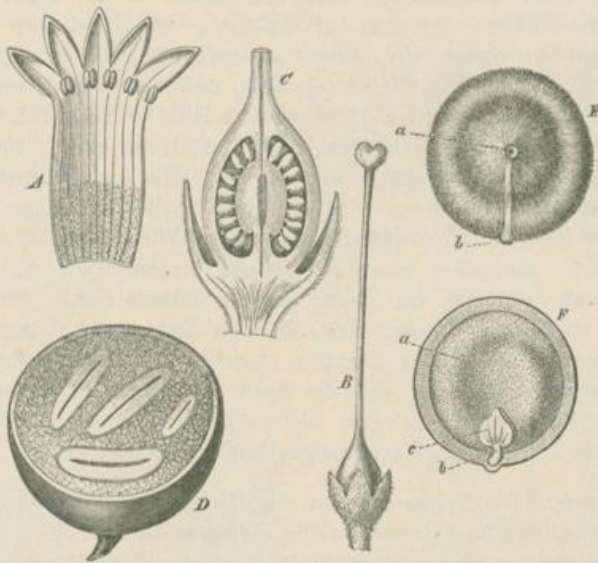


Fig. 122.

Strychnos Nux vomica L.

A Krone aufgeschlitzt und ausgebreitet, 3fach vergr.

B Kelch und Stempel, 5fach vergr.

C Längsdurchschnittener Fruchtknoten und Kelch.

D reife Frucht, durchschnitten, halbe Größe.

E Same. *a* Nabel, *b* Mikropyle.

F Parallel der Fläche, längsdurchschnittener Same. *a* Endosperm. *b* Wurzel des Embryo, *c* Kötyledonen des Embryo.

Abbildungen hauptsächlich nach Berg & Schmidt.

Die Samen, wie sie in der Droge vorliegen, sind rund scheibenförmig, mit einem Überzuge von dicht aufeinander liegenden, nach der Peripherie des Samens zu gerichteten, glänzenden Haaren bedeckt. Häutchen, welche dem Haarüberzuge hier und da ankleben, gehören nicht dem Samen an, sind vielmehr Fetzen des Fruchtfleisches und zwar der dem Samen direkt angrenzenden, etwas festeren Partie desselben. Auf der einen, häufig schalenförmig vertieften Seite des Samens sieht man eine mehr oder weniger kräftige, kleine Warze (Fig. 122, *E*, *a*), den Samenstielrest,

welcher aus dem Funikulus hervorging, mit seiner Wundfläche, dem Nabel. Von dem Nabel (*a*) verläuft nicht selten bei der Droge eine Leiste nach der Mikropyle (*b*, *E*, Fig. 122) des Samens, welche nur eine Falte der Samenschale ist, die vielleicht zu dem Verlauf des Mikropylkanals in Beziehung steht, nicht etwa die Raphe des Samens ist. Die Mikropyle tritt als ein kleiner Höcker am scharfen Rande des Samens hervor. In der Mitte der dem Nabel gegenüberliegenden Außenfläche des Samens findet man häufig eine kleine flache Vertiefung oder ebenfalls eine kleine Warze, über deren Bedeutung ich meine Vermutung schon oben ausgesprochen habe. Zerschneidet man den Samen in der Weise in zwei symmetrische Hälften, daß man auf den flach, den Nabel nach oben gerichtet liegenden Samen ein Messer so aufsetzt, daß es zugleich die Mikropyle (*b*, *E*) und den Nabel (*a*) trifft, und man dann einen kurzen Schlag auf das Messer führt, so erhält man ein Bild der Schnittfläche, wie es Fig. 125 zeigt. Die dünne Samenschale (*S*) umhüllt das graue, transparente Endosperm (*Ed*) und erscheint nur an der Stelle des Samenstieles (*F*) etwas dicker. Das Endosperm wird von einer Spalte durchzogen (*Sp*), in welcher der Embryo (*Eb*) liegt, der das dicke Würzelchen der Mikropyle (*M*) zukehrt. Zerspaltet man den Samen, indem man ihn mit der scharfen Kante aufstellt, ein Messer auf die scharfe Kante aufsetzt und auf dieses schlägt, so erkennt man, daß das Endosperm ringsum nur in einer schmalen Zone (die in Fig. 122, *F* durch radiale Schraffierung gekennzeichnet ist) massiv ist, daß der Spalt das ganze Endosperm durchzieht. Man findet dann auch den kleinen Embryo meist unversehrt und erkennt, daß er zarte fast herzförmige Kotyledonen (*c*) besitzt.

Anatomie: Die Epidermiszellen des Samens sind dickwandig, sehr grob getüpfelt, ihre Seitenwände wellig gebogen, so daß ein in der Tangente des Samens geführter Querschnitt durch die Epidermis das Bild der Fig. 127 bietet. Jede Epidermiszelle ist ferner zu einer langen freien Papille, einem etwa 1 mm langen Haare (*h*, Fig. 126), ausgewachsen. Die Zellwand dieses festen, schräg stehenden Teiles der Epidermiszelle ist mit längs laufenden, fast geraden, nur wenig anastomosierenden Verdickungsleisten versehen, zwischen denen die Zellwand sehr dünn ist und leicht reißt. Die Spitze des Haares ist abgerundet.

Erklärung der Tafel.

Samen von *Strychnos Nux vomica*.

- Fig. 123. Samenknospe, in der Symmetrieebene durchschnitten, *i* Integument, *E* Embryosack
m Mikropyle, *g* Gefäßbündel des Funikulus.
- Fig. 124. Samenknospe, rechtwinkelig zur Symmetrieebene durchschnitten. *E* Embryosack,
g Gefäßbündel des Funikulus.
- Fig. 125. Samen in der Symmetrieebene durchschnitten. *F* Samenstiel, *M* Mikropyle, *S* Samen-
schale, *Ed* Endosperm, *Sp* Endospermispalte, *Eb* Embryo.
- Fig. 126. Querschnitt durch die Epidermis. *b* basaler Teil, *h* einfacher haarförmiger Teil der
Epidermis. 90fach vergr.

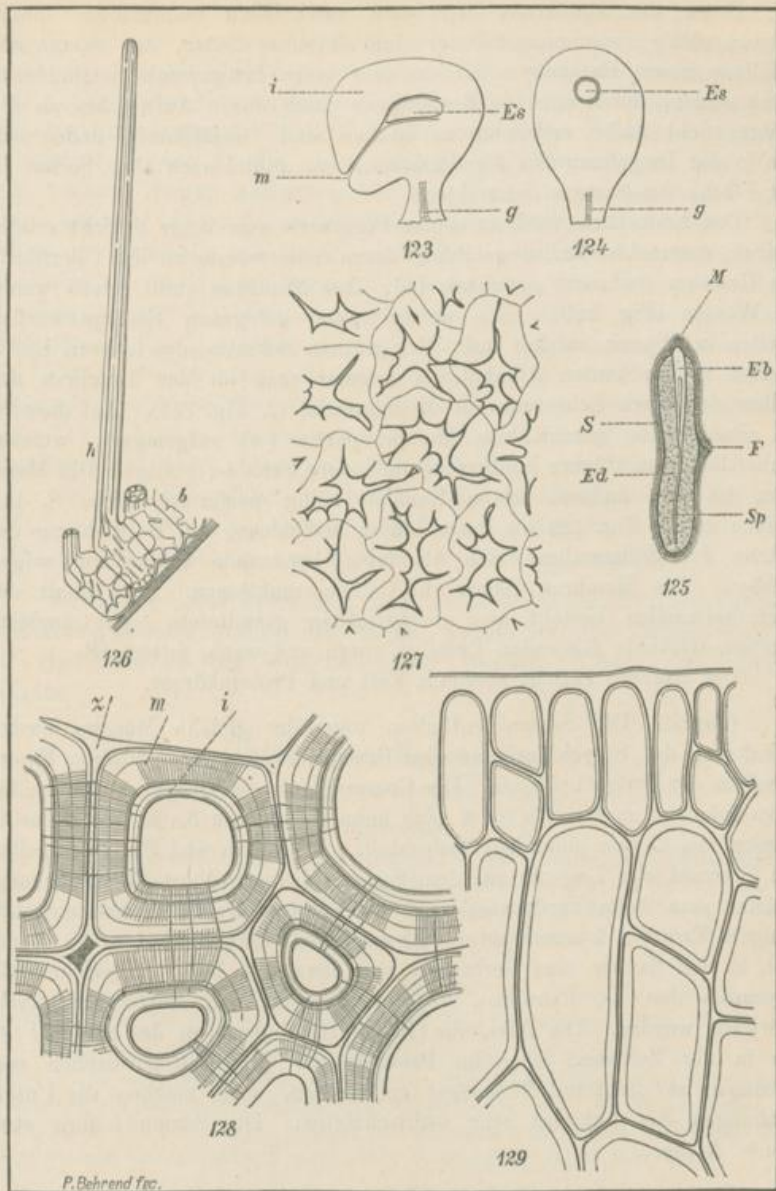


Fig. 127. Tangential zur Oberfläche des Samens durch die Epidermis des Samens geführter Schnitt. 300fach vergr.

Fig. 128. Endospermzellen aus der inneren Partie des Gewebes, in verdünntem Weingeist liegend. 620fach vergr. Nach Tangl.

Fig. 129. Die äußersten Zelllagen des Endosperms, aus einem senkrecht zur Oberfläche des Samens geführten Schnitte. 500fach vergr. Nach Tangl.

Unter der Epidermis liegt eine anscheinend mehrzellige, dünne Schicht völlig zusammengefallener dunkelbrauner Zellen, das zusammengefallene innere Parenchym der aus dem einen Integumente entstandenen Samenschale, deren einzelne Bestandteile auch durch Aufweichen an der Droge nicht mehr erkennbar zu machen sind. Gefäßbündel finden sich nur in der Umgebung der Funikulinsertion, radial nach allen Seiten, in der Fläche des Samens ausstrahlend.

Das Endosperm wird an seiner Peripherie von einer Schicht relativ kleiner, gestreckter Zellen gebildet, deren Seitenwände zu der Oberfläche des Gewebes senkrecht gerichtet sind; ihre Membran quillt relativ wenig in Wasser (Fig. 129). Die weiter innen gelegenen Endospermzellen quellen in Wasser stärker auf. Bringt man Schnitte des inneren Endosperms in verdünnten Alkohol, so erkennt man an der Membran der Zellen eine stark lichtbrechende Mittellamelle (z , Fig. 128). Auf dieselbe ist eine breite geschichtete Membranpartie (m) aufgelagert, welcher schliesslich eine stärker lichtbrechende innere Schale (i) folgt. Die Membran ist von äusserst feinen Kanälen völlig perforiert (siehe S. 44), welche in der Fig. 128 als zarte Linien erscheinen, bei Betrachtung der Fläche der Zellmembran sich als feine kreisrunde Pünktchen zeigen würden. Die Membran liefert die Cellulosereaktionen. Der Inhalt der Endospermzellen besteht aus unregelmässig gestalteten, sehr ungleich grossen, Globoide führenden Proteinkörnern und wenig fettem Öl.

Der Embryo enthält ebenfalls Fett und Proteinkörner.

Chemie: Die Samen enthalten ungefähr gleiche Mengen zweier Alkaloide, des Strychnins und des Brucins, welche die giftigen Eigenschaften der Droge bedingen. Der Gesamtgehalt der Droge an den beiden Alkaloiden ist zu 0,23 bis 5,3 % (der hohe Gehalt von 5,3 % wurde nur in Samen von Ceylon gefunden) festgestellt. Dunstan und Short erhielten ein Glycosid, das Loganin aus dem Samen; dieses bedingt die Rotfärbung, welche man beim Verdunstenlassen der Tinktur der Strychnosamen mit einigen Tropfen konzentrierter Schwefelsäure erhält. Ausserdem findet sich in den Samen eine Gerbsäure und etwa 4 % Fett, in welchem die Glyceride der Öl-, Palmitin-, Caprin-, Capron- und Buttersäure nachgewiesen wurden. Die Alkaloide liegen im Endosperm des Samens; ob sie in der Zellwand oder im Protoplastem der Endospermzellen vorkommen, ist nicht mit Sicherheit entschieden, doch machen die Untersuchungen das Letztere sehr wahrscheinlich. Die Samen liefern etwa 1,14 % Asche.

Bestimmung des Alkaloidgehaltes der Droge: 10 g Strychnosamen werden pulverisiert und in einem Extraktionsapparate von Soxhlet mit einem Gemische von 75 T. Chloroform und 25 T. mit Ammoniak gesättigtem Spiritus ausgezogen. Von dem Auszuge destilliert man das Chloroform ab und nimmt den Rückstand, nach Verdampfen des Spiritus, mit einer Mischung von 5 ccm Wasser, 5 ccm Ammoniak und 5 ccm Alkohol

auf. Die Lösung schüttelt man in einem kleinen Scheidetrichter dreimal mit 20, 10 und 10 cem Chloroform aus. Von den Chloroformauszügen destilliert man das Chloroform ab und erwärmt den Destillationsrückstand zum Verjagen des Ammoniaks noch einige Zeit auf dem Wasserbade. Der Rückstand wird nun mit 15 cem $\frac{1}{10}$ -Normalsalzsäure 5 Minuten auf dem Wasserbade erwärmt; die entstandene Lösung wird filtriert, das Filter mit heißem Wasser nachgewaschen, bis das Waschwasser nicht mehr sauer reagiert und in der so erhaltenen sauren Alkaloidlösung der Überschufs an Salzsäure mit $\frac{1}{100}$ -Normalnatron und unter Anwendung von Cochenille als Indikator bestimmt. Durch Subtraktion der verbrauchten Kubikcentimeter $\frac{1}{100}$ -Normalnatron von 150 erfährt man die Anzahl Kubikcentimeter $\frac{1}{100}$ -Normalsalzsäure, welche zur Bindung der in 10 g des Samens enthaltenen Alkaloide erforderlich gewesen sind. Da annähernd gleiche Teile von Strychnin und Brucin in den Strychnosamen enthalten sind, so entspricht 1 cem der $\frac{1}{100}$ -Normalsalzsäure 0,00364 g des Gemisches der beiden Alkaloide. (Nach Beckurts und Holst.)

Der nach diesem Verfahren bisher gefundene Alkaloidgehalt schwankte zwischen 0,23 und 2,4 %, so daß eine Untersuchung des Pulvers und die Darstellung eines solchen von mittlerem Gehalte angezeigt ist.

Geschichte: Die Brechnüsse sind nachweislich im XV. Jahrhundert, vielleicht aber schon früher, nach Europa gekommen, aber anfangs weniger als Heilmittel als zur Vergiftung von Hunden, Katzen etc. benutzt worden.

f) **Semen Papaveris.**

Mohnsamen.

Litteratur.

Verbreitung und Kultur: A. de Candolle, Der Ursprung der Kulturpflanzen 1884, S. 503. Ritter, Erdkunde von Asien VI, 1848, S. 773. P. Guyot, Sur la culture de l'opium dans la Zambésie, Comptes rendus 1882, 95, p. 798—800. Morrison, Plantes used in medicine in Manchuria, Pharmac. journal and transact. XVI, 268.

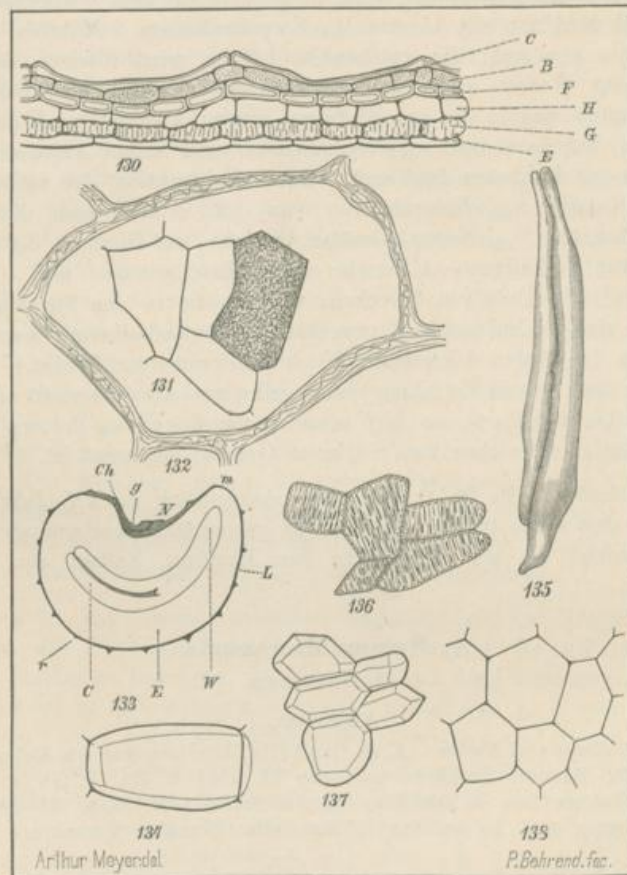
Anatomie und Morphologie: Michalowski, Beitrag zur Anatomie und Entwicklungsgesch. von Papaver somniferum L. I. Teil, Dissertation, Grätz, 1881.

Chemie: Oudemans, Journ. für prakt. Chemie 1865, S. 323. Mulder, Journ. für prakt. Chemie 1865, S. 323. K. Hazura, Monatshefte für Chemie. Gesammelte Abhandlgn. aus dem Sitzungsbericht der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien, 9, S. 198. Clantrian, Journ. de Pharmac. 1889, p. 161. Hansen, Über Fermente und Enzyme, Arb. d. botan. Inst. in Würzburg III, 2. Heft, p. 252.

Stammpflanze: Papaver somniferum L. Papaveraceae.

Verbreitung der Stammpflanze: Papaver somniferum ist eine alte Kulturpflanze. Vielleicht ist das besonders in Spanien, Algerien, auf Korsika, Sicilien, in Griechenland und auf Cypern heimische Papaver setigerum D. C. die wilde Form des kultivierten Mohnes.

Kultur: Man kultiviert den Mohn in allen Ländern mit gemäßigtem Klima, teils nur des Samens wegen, wie bei uns, teils hauptsächlich des Opiums wegen, wie in Kleinasien, Persien, Indien, neuerdings auch im



Erklärung der Tafel.

Der Samen von *Papaver somniferum*.

Fig. 133. Schematischer Längsschnitt durch den Samen.

N Nabel. g Gefäßbündel des Funikulus. Ch Chalaza. m Mikropylende des Samens. L Samenschale. r Rippen der Samenschale. E Endosperm. CW Embryo.

Fig. 130. Querschnitt durch die Samenschale.

e Seitenwände der Epidermiszellen. B Oxalatschicht. F Schicht dickwandiger Zellen. H dünnwandiges Parenchym. G Parenchym mit netzförmig verdickten Wänden. E innere Epidermis.

Fig. 132 entspricht der Schicht C des Querschnittbildes, Fig. 131 der Schicht B, Fig. 135 der Schicht F, Fig. 137 der Schicht H, Fig. 136 der Schicht G, Fig. 134 der Schicht E, alle sind von der Fläche gezeichnet.

Fig. 138. Endospermzellen.

210fach vergr.

tropischen Afrika. Man hat durch die Kultur eine ganze Reihe von Formen, Kulturrassen, gezüchtet, welche sich hauptsächlich durch den Bau der Kapseln und durch die Farbe der Samen voneinander unterscheiden. Die Farbe der Samen variiert zwischen schwarz und blau, rosa und weiß. Nur die weißen Samen sind officinell.

Morphologie: Der aus einer anatropen Samenknope entstandene, bis 1,5 mm lange, etwa 0,5 mg wiegende Samen ist nierenförmig. Die eine Seite (*m*, Fig. 133) erscheint etwas spitzer als die andere. Die Oberfläche des Samens ist von einem Netz zarter Rippen bedeckt, welche sechseckige Maschen bilden. Die Maschen umgeben flach konkave Vertiefungen. In der Bucht des nierenförmigen Samens sieht man eine gelbliche Erhöhung, an welche sich nach dem stumpferen Ende des Samens zu eine gelbe breitere Fläche anschließt. Die Erhöhung ist der Rest des Funikulus. In der Mitte der Bucht liegt der Nabel (*N*, Fig. 133); die gelbe Stelle ist die Chalaza, bis in welche hinein sich das kleine Gefäßbündelchen (*g*, Fig. 133) des Funikulus fortsetzt. Schneidet man den Samen der Länge nach durch, so findet man unter der Samenschale (*L*, Fig. 133) das weiße Endosperm (*E*) und innerhalb desselben den gekrümmten Embryo (*CW*). Der Embryo ist fast stielrund, indem die Kotyledonen nur wenig breiter sind, als das Würzelchen dick ist; er ist mit der konkaven Seite und der Fläche der Keimblätter (*C*) der Bucht des Samens zugekehrt und richtet die Wurzelspitze (*W*) nach dem spitzen Ende des Samens.

Anatomie: Die Zellen, welche die Samenschale bilden, sind bis auf die von zwei Schichten beim weißen Mohn sehr zusammengefallen, so daß die Samenschale, obgleich sie aus 6 Zellschichten besteht, doch sehr dünn ist. Durch Kochen der Querschnitte mit Kalilauge gelingt es nur schwierig, die Schichten wieder zu lockern. Die Epidermis der Samenschale besteht aus 4- bis 6eckigen Zellen, deren Tangentialwände (die Hinter- und Vorderwand) fest aufeinander liegen. Sie sind so groß wie die von den Leisten umgebenen Felder, und ihre zarten, wellig gebogenen Seitenwände bilden die Rippen hauptsächlich. Auf dem Querschnitte der Samenschale erkennt man das Lumen dieser Zellen nur in der Nähe der Seitenwände (Fig. 130, *C*). Die Epidermis ist von einer Kutikula überzogen, welcher Calciumcarbonat eingelagert und aufgelagert ist.

Unter der Epidermis liegt eine Schicht von tafelförmigen Zellen (Fig. 130, *B* und Fig. 131). Unter den Rippen sind dieselben schmal und in der Richtung der Rippen gestreckt, in der Mitte der Felder besitzen sie die in Fig. 131 dargestellte Form. Sie sind mit sehr kleinen Oxalatkrystallen (denen wahrscheinlich auch Calciumcarbonatkörnchen beigemischt sind) angefüllt. Ihre Wände sind teilweise kutikularisiert. Darauf folgt eine Schicht in der Längsrichtung des Samens gestreckter, stärker verdickter Zellen (Fig. 135 und Fig. 130 *F*), welche hauptsächlich die konkave Form der Felder bedingen. Unter ihnen liegt dann eine Schicht

von dünnwandigem, zusammenfallendem Parenchym (Fig. 137), ferner eine aus mit netzförmig verdickten Wänden versehenen Zellen aufgebaute Schicht (Fig. 130, *G*; Fig. 136) und zuletzt eine solche aus dünnwandigen, tafelförmigen Zellen, deren Außenwand kutikularisiert ist (Fig. 130, *E*).

Die Zellen der Schicht *G* bilden an der Mikropyle, über der Wurzelspitze eine Kuppe, in welcher noch ein feiner Kanal bemerkbar ist. Die Schicht bleibt auch in der Nähe des Funikulus einfach.

Der weiße Mohnsamen unterscheidet sich von den dunklen Varietäten dadurch, daß alle Schichten mit Ausnahme der direkt unter der Epidermis liegenden, nur Luft führen, während die Schicht *F* und *H*, teilweise auch *G* bei den dunklen Varietäten mit einer rotbraunen homogenen Masse angefüllt sind. Die Masse ist gerbstofffrei.

Die blaue Farbe des Mohnes wird also nur hervorgebracht durch die Wirkung des weißen Krystallpulvers, welches über dem undurchsichtigen Grunde ausgebreitet ist. Löst man das Pulver auf, indem man blauen Mohnsamen in etwas Salzsäure einträgt, so tritt sofort die braune Farbe der Füllmassen der drei erwähnten Zellschichten hervor.

Das Endosperm besteht aus zartwandigen Zellen (Fig. 138), welche in ihrem, von fettem Öl durchtränkten Cytoplasma Proteinkörner führen.

Die Kotyledonen des Embryo lassen in dem Mesophyllmeristem keine Differenzierung in Palissaden- und Schwammparenchym erkennen; die Meristemzellen, welche, selbst von der jungen Epidermis umschlossen, einen Strang von Gefäßbündelmeristem einschließen, sind fast isodiametrisch. Das Meristem der Wurzelspitze ist (nach Michalowski) nach dem Helianthustypus gebaut. Auch der Embryo enthält nur fettes Öl und Proteinkörnchen, keine Stärke.

Chemie: Der Mohnsamen liefert etwa 50 % fettes Öl, welches aus dem Endosperm und aus dem Keimling stammt. Das Mohnöl enthält hauptsächlich die Glycerinester der Linolsäure, Ölsäure, Palmitin- und Stearinsäure und kleine Mengen von Linolen- und Isolinolensäure. Die Mohnsamen hinterlassen beim Verbrennen 6–8 % Asche. Alkaloide enthält der Mohnsamen nicht. Herr Weiß hat die etwa 10 % des Gewichtes der blauen Mohnsamen betragende Samenschale, welche 10,7 % Asche lieferte, auf ihren Gehalt an Calciumoxalat untersucht und gefunden, daß das direkt durch Auflösen in Salzsäure, Fällen mit Ammoniak und Auswaschen mit verdünnter Essigsäure gewonnene und sicher als dieser Körper qualitativ und quantitativ nachgewiesene Calciumoxalat 8,7 % der Samenschale beträgt.

Im salzsauren Auszuge des ganzen Mohnsamens konnte Kalk, Magnesium, Kalium und Spuren von Natrium, ferner Kohlensäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure und Oxalatsäure nachgewiesen werden.

Geschichte: Der Mohnsamen gehört zu den schon in den ältesten Zeiten gebrauchten Genußmitteln.

8) **Semen Colchici.**
Zeitlosensamen.

Litteratur.

Chemie: Hübler, Archiv der Pharmacie 1864, (2) 121, S. 193. Rosenwasser, American Journ. of Pharmacie 1877 (4) 49, p. 435. Eberbach, Schweizer Wochenschrift für Pharm. 14, S. 207. Hertel, Pharm. Zeitung f. Rufsland 1881, 20, S. 299. Zeisel, Monatshefte für Chemie etc., Gesammelte Abhandl. aus dem Sitzungsber. d. Wiener Akademie 1883, 4 Bd. S. 162 und 1887, 8. Bd. S. 557; ferner Zeitschr. d. österr. Apothekervereins 1886, No. 31, S. 487. Flückiger, Pharmakognosie des Pflanzenreiches (Berlin) 2. Aufl. 3. Lief. (1883) S. 945. Bender, Pharmac. Centralhalle 1885, S. 291. Warnecke, Ph. Zeit. 1886, No. 71, S. 536. A. Kremel, Chem. Zeitung 1887, S. 24.

Stammpflanze: Colchicum autumnale L. Liliaceae-Melanthieae.

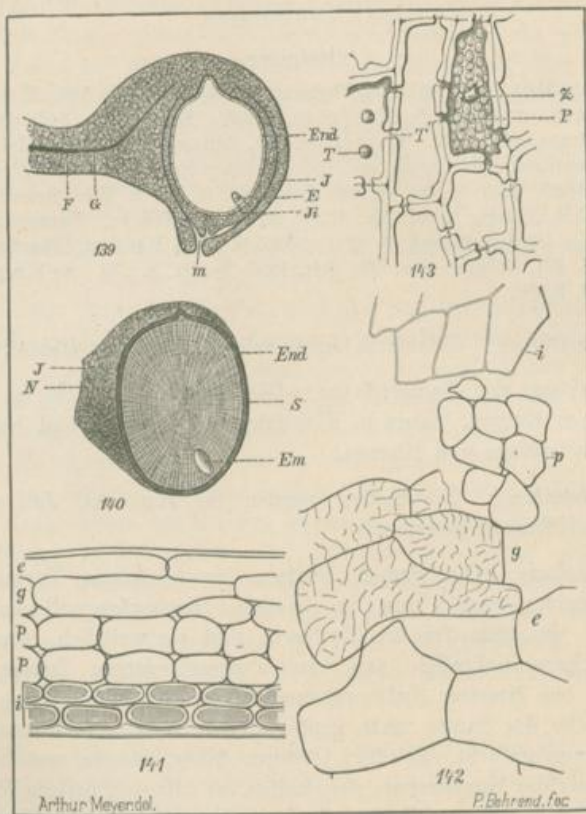
Verbreitung der Stammpflanze: Die Herbstzeitlose ist im mittleren und südlichen Europa, sowie in Kleinasien einheimisch und bewohnt die Wiesen der Gebirge und Ebenen.

Einsammlung: Die Samen werden im Juni und Juli von wildwachsenden Pflanzen gesammelt.

Morphologie: Die Samen besitzen im trockenen Zustande einen Durchmesser von etwa 2 mm, im frischen oder aufgequollenen Zustande von 3 mm. Im ganz frischen Zustande sind sie weißlich, werden dann beim Trocknen bräunlich und von ausgeschiedenem Zucker klebrig, schließlic bei längerer Aufbewahrung wieder trocken. Dann erscheint die Oberfläche der Samen matt, grubig punktiert oder feinrunzelig, etwas ungleich braun gefärbt. Es rührt letzteres daher, daß an manchen Stellen die Epidermis der Samenschale sich löst, so daß sich hellere Schüppchen bilden. Die Samen sind teils kugelig, teils kugelförmig aber durch gegenseitigen Druck an einzelnen Stellen abgeflacht, teils auch etwas gestreckt, wie es unsere Fig. 140 zeigt.

An der einen Seite trägt die Samenschale einen an trockenen Samen mehr oder weniger spitz oder unregelmäßig leistenartig erscheinenden Auswuchs, den man von dem trockenen Samen leicht mittels einer Nadel abbrechen kann, der am aufgeweichten Samen als schwammige Masse sich von dem harten Samen leicht loslösen läßt. Dieses Anhängsel ist ein Teil des stark ausgebildeten Funikulus, des Stieles der Samenknospe. Es sieht teils braun, teils weiß aus; letzteres, wenn die Zellen des Anhängsels noch reichlich Stärkemehl enthalten. Schneidet man den Samen so durch, daß der Auswuchs der Länge nach durch den Schnitt halbiert wird, so zeigt die Schnittfläche etwa das Aussehen der Fig. 140. In dieser Figur bezeichnet *N* die Wundfläche des Funikulus, wo sich derselbe also von der Placenta der Frucht loslöste, den Nabel, *J* den Funikulus, dessen Gewebe übergeht in das der Samenschale *S*, *Em* den kleinen

Embryo. *End* ist das hornartige Endosperm, welches die Hauptmasse des Samens bildet. Die Morphologie des Samens ist schwer verständlich,



Erklärung der Tafel.

Fig. 139. Mediandurchschnittene, bis zum Beginn der Endosperm-Bildung fortentwickelte Samenkno-
spese von *Colchicum autumnale*.

F Funikulus. G Gefäßbündel des Funikulus. J und Ji Integumente. End Endospermschicht.
N Embryoanlage. m Mikropyle.
23fach vergr.

Fig. 140. Reifer Samen im medianen Längsschnitte.

J Funikulus. N Nabel. Em Embryo. End Endosperm. S Samenschale.
14fach vergr.

Fig. 141. Querschnitt durch die Samenschale, in Kalilauge aufgeweicht.
e Epidermis. i Zellen mit braunen, jetzt lose in den Zellen liegenden Inhaltmassen.

Fig. 142. Elemente der mit Kalilauge gekochten Samenschale.

Die Buchstaben entsprechen denen der Fig. 141.

210fach vergr.

Fig. 143. Längsschnitt durch einige Endospermzellen.

T Tüpfel, die Zelle mit Rückwand gezeichnet. T' Tüpfel im Längsschnitt. Z Zellkern
P Proteinkörner in der mit Zellinhalt gezeichneten Zelle.

210fach vergr.

wenn man die Entwicklungsgeschichte des Samens nicht berücksichtigt. Ich habe deshalb in Fig. 139 eine Abbildung der Samenknospe gegeben. Diese Abbildung zeigt die Samenknospe in einem Zustande, in welchem das Endosperm (*End*) noch als einfacher vielkerniger Wandbeleg vorhanden ist, und der Embryo erst aus 3 Zellen besteht, in dem Zustande, in welchem man sie trifft, wenn man im April die Pflanze aus dem Boden gräbt. Man sieht dann, daß die Samenknospe hemianatrop ist. Die Achse des Funikulus steht rechtwinkelig auf der Achse des Embryosackes. Der Embryo liegt auf der dem Funikulus gegenüberliegenden Seite des Embryosackes, in der Symmetrieebene der Samenknospe und etwa um 40° von der Mikropyle entfernt. Die Anordnung ist die gleiche nach der völligen Ausbildung des Samens. Der Funikulus wächst mit; beide Integumente (*J* u. *J'*) bilden sich zur Samenschale aus; die Mikropyle (*m*) schließt sich; das Endosperm (*End*) füllt sich mit Gewebe an, und der Embryo (*E*) wächst heran.

Anatomie: Die braune Samenschale setzt sich aus 4 leicht zu charakterisierenden Gewebearten zusammen, obgleich ihr Querschnitt, auch wenn man ihn mit Kalilauge aufweicht, einen wenig regelmäßigen Eindruck macht. Es rührt dies daher, daß alle Elemente der Samenschale sehr stark zusammengefallen und die meisten dünnwandig sind.

Die äußerste Schicht der Samenschale besteht aus großen, tafelförmigen Epidermiszellen (Fig. 141 u. Fig. 142, *e*), darauf folgt eine Schicht etwas höherer, jedoch auch tafelförmiger, großer Parenchymzellen, welche sich meist durch netzförmige Plasmareste auszeichnen (Fig. 141 u. 142, *g*). Kleine, fast isodiametrische Parenchymzellen mit, wie bei den vorigen, dünnen braunen Wänden bilden in 1 bis 3 Schichten die nächste Lage (Fig. 141 u. 142, *p*). Diese drei Lagen scheinen aus dem äußeren Integumente hervorgegangen zu sein. Aus dem inneren dagegen sind die 2 Schichten tafelförmiger, mit braunem, in Kalilauge langsam löslichem, mit Eisenchlorid sich dunkel färbenden Inhalte gefüllter Zellen (*i*, Fig. 141 und 142), welche die letzte Zelllage bilden, entstanden. Die Innenwand der Zellen der innersten Schicht ist stark verdickt und färbt sich mit Methylviolett intensiv, wodurch man sie gegenüber dem Endosperm sehr deutlich hervorheben kann.

An diese Samenschale schließt sich das Gewebe des Funikulus, in welchem man auch die Reste des Gefäßbündels findet, an. Es besteht aus großen isodiametrischen Zellen, welche deutliche Interzellularräume zwischen sich ausgebildet haben und meist mit kugeligen Stärkekörnern dicht angefüllt sind.

Das Endosperm (Fig. 143) besteht aus dickwandigen Zellen, deren Wände mit kreisförmigen, schwach behöfteten Tüpfeln (*T* und *T'*) versehen sind. Die Membran verquillt nicht in Wasser und färbt sich mit Chlorzinkjod blau. Die Zellen enthalten, eingelagert in fast homogenes, ölführendes Plasma, kleine Proteinkörner (*P*), in welchen sich

keine Krystalloide erkennen lassen. Das Alkaloid, das Colchicin, liegt in dem Zellinhalt. Legt man einen Schnitt durch das Endosperm in Kaliumquecksilberjodidlösung und fügt etwas Salzsäure zu, so nimmt der sich trübende Zellinhalt eine lebhaft gelbe Färbung an, welche keines der beiden Reagentien allein hervorruft. Die Zellen sind mit Beziehung zum Mittelpunkt des Samens strahlig angeordnet. Der Embryo ist walzenförmig, etwa 0,5 mm lang und 0,2 mm breit und vom normalen Bau kleiner monokotyledoner Embryonen.

Chemie. Der wirksame Bestandteil des bitterschmeckenden Zeitlosensamens ist das Colchicin ($C^{22}H^{25}NO^6$), welches etwa zu 0,4 % aus dem Samen erhalten werden kann. Von fettem Öl sind etwa 8 % in dem Samen enthalten. Auch ist eine kleine Menge von Fehlingslösung reduzierendem, die Polarisationssebene nicht drehenden Zucker aus dem Samen dargestellt worden. Die Samen liefern etwa 2,7 % Asche.

Bemerkenswert ist es, daß man zwei Reaktionen des Colchicins schon mit dem wässrigen Auszuge einer kleinen Samenmenge erhalten kann, welche deshalb auch zur Charakterisierung des Samens verwendbar sind. Kocht man 0,2 g Colchiciumsamen mit wenig Wasser aus und verdampft den Auszug in zwei Schälchen zur Trockne, löst man einen Teil in einem Tropfen officineller Salpetersäure und fügt dann einen Tropfen rauchender Salpetersäure hinzu, so tritt Violettfärbung der Lösung ein. Löst man die andere Hälfte der Substanz in etwas Quecksilberkaliumjodidlösung, bestehend aus

13,5 Quecksilberchlorid,
49,8 Jodkalium,
1000 Wasser,

auf, fügt dann eine Spur verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure hinzu, so erhält man einen gelben Niederschlag.

Geschichte: Die Zeitlosensamen sind 1820 von Dr. Williams in Ipswich in Suffolk empfohlen und 1820 von der Londoner Pharmakopöe aufgenommen worden als Ersatz der leichter verderbenden, früher gebräuchlichen Knollen der Herbstzeitlose.

b) **Semen Myristicae.**

Nux moschata, Muskatnufs.

Litteratur.

Verbreitung, Kultur und Handel: Bernstein, Petermanns Geogr. Mitteilungen 1873, S. 209. Rumphius, Amboin., II, 17. Blume, Rumphia, I, 180 (1835). Roxburgh, Flora indica, 3, 845. de Candolle, Der Ursprung der Kulturpflanzen, Leipzig, 1884, S. 530. Semler, Die tropische Agrikultur, II. Bd., 1887 (Wismar) S. 331. Briefe aus England, Pharmaceutische Zeitung 1888, No. 60. Christy, New commercial Plants and Drugs, No. 7, 98 p. 8° London, Christy et Co. 155 Tenchurch Street. E. C. Collingwood, Journ. of the Linnean Society 10 (London 1869) p. 47. K. W. van Gorkow, Oostindische Cultures II (Amsterdam 1881) 532—544. Lums-

daine, Jahresbericht über die Fortschritte der Pharmakognosie, Pharmacie etc. (Göttingen) 1852, S. 58. Wallace, The Malay Archipelago, 1869, p. 452. Bickmore, Travels in the East Indian Archipelago. 1868, p. 225.

Morphologie und Anatomie: Albert Voigt, Bau und Entwicklung des Samens und des Samenmantels von *Myristica fragrans*, Dissertation, Göttingen 1885.

Chemie: Playfair, Ann. Chem. Pharm. 37, 152 (1841). Römer, Über das Vorkommen kohlenstoffreicher Fettsäuren, Dissertation. Halle 1882. Koller, Viertelj. prakt. Pharm. 13, 507. Ricker, N. Jahrb. Pharm. 19, 17. Bollaret, Quat. Journ. of Sc. 18, 317. Wright, Pharm. Journ. Transact. (3) 4, 311 (1873). Cloëz, Ann. Chem. Pharm. 131, 210. Brühl, Berichte d. D. Chem. Ges. 1888, S. 471. Hermann Warnecke, Pharm. Zeitung 1886, No. 71, p. 536. Schimmel & Co., Handelsbericht, Leipzig 1887, Okt. p. 45.

Stammpflanze: *Myristica fragrans* Houttuyn (*M. officinalis* L.), Myristicaceae.

Verbreitung der Stammpflanze: Die ursprüngliche Heimat des immergrünen, bis 15 m hohen Baumes sind die Inselgruppen der Residentien Amboina und Ternate, sowie die Westhalbinsel von Neu-Guinea.

Kultur: Der Muskatnußbaum wird in kleinem Maßstabe in Westindien und Brasilien, sehr ausgedehnt auf Sumatra (auch auf Java) und den benachbarten englischen Niederlassungen Pinang und Malaka und auf den Bandainseln angebaut. Der Baum wird hauptsächlich durch Samen vermehrt, weniger durch Stecklinge; die Samen werden nur etwa 3 cm hoch mit Erde bedeckt, dann mit einer Moosschicht, die nach dem Keimen entfernt wird. Die Sämlinge werden im zweiten Jahre ausgepflanzt in Anlagen, in denen, in Entfernung von etwa 40 Fuß, Schattenbäume angepflanzt sind. Der Muskatbaum ist diözisch und man setzt deshalb neben die weiblichen einige (ungefähr auf 20 weibliche 1 männlichen) der relativ kräftig wachsenden, eine etwas von der weiblichen Bäume abweichende Belaubung besitzenden männlichen Bäume, welche zugleich ebenfalls zur Beschattung der weiblichen dienen. Die Bäume tragen etwa im 8. Jahre und geben ungefähr vom 15. bis 50. Jahre die größten Erträge, können aber über doppelt so lange Früchte tragen. Von der Blüte bis zur Fruchtreife vergehen 9 Monate. Die Früchte reifen nicht gleichzeitig, sondern das Reifen von Früchten erfolgt fortwährend. Trotzdem erntet man die Früchte in zwei Perioden, in welchen die Anzahl der gereiften Früchte am größten ist. Auf Sumatra z. B. liegt die Haupternte im November und Dezember, eine schwächere im April, Mai und Juni. In der Zwischenzeit nimmt man nur ab, was absolut notwendig ist. Die Früchte werden mit einer, mit langem Stiel versehenen hölzernen Gabel gepflückt, unter welcher ein Körbchen angebracht ist. Ein Baum liefert durchschnittlich 5 kg Früchte.

Man entfernt das geborstene Fruchtfleisch mit den Händen, löst den Arillus (die Muskatblüte, 13,3 % der ganzen Frucht betragend) von den Samen ab, breitet dann die Samen über einem schwachen Feuer auf

Hürden aus und trocknet sie so 4 bis 8 Wochen lang, bis sich die „Muskatnüsse“ von der sie umhüllenden harten Schale losgelöst haben. Letztere entfernt man, indem man sie mit einem Holzklöppel zerschlägt. Die Muskatnüsse, welche etwa 53 % der Früchte ausmachen, werden dann meist noch mit Kalk abgerieben oder einige Minuten in Kalkmilch geworfen und in besonderen Trockenräumen, bei gewöhnlicher Temperatur völlig ausgetrocknet. Das Behandeln mit Kalkmilch wurde im 17. Jahrhundert von den Holländern eingeführt, um die Keimfähigkeit der Samen zu zerstören; man ließ die Muskatnüsse damals 3 Monate lang in einem Kalkbade liegen. Als man erkannte, daß das Trocknen allein zur Zerstörung des Lebens der Samen genügt, behielt man das Kalken bei, weil man meinte, es diene zur Konservierung. Jetzt ist es wohl nur noch die That-

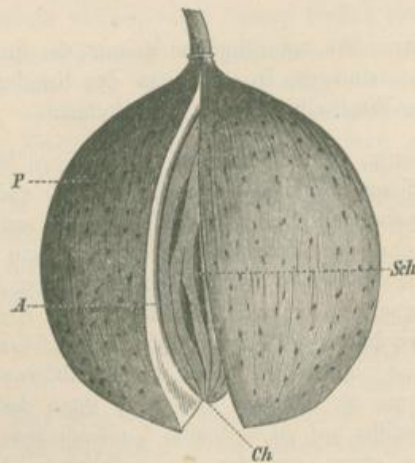


Fig. 144.

Fig. 144. Reife, frische (hängende) Frucht von *Myristica fragrans*, im aufgesprungenen Zustande.

P Fruchtschale, *A* Arillus des Samens, *Sch* Samenschale, *Ch* Chalaza des Samens.



Fig. 145.

Fig. 145. Die Raphenseite (die wir Hinterseite nennen wollen) des vom Samenmantel befreiten Samens.

E Eindrücke, welche der fest anliegende Samenmantel hervorgerufen hat, *Ch* Chalaza, *R* Raphe, *m* Nabel und Mikropylenende des Samens.

sache, daß das Publikum an das gekalkte Aussehen gewöhnt ist, welcher das Kalken der Muskatnüsse noch das Bestehen verdankt. Aus den gesamten ostindischen Pflanzungen wird die Droge zunächst nach Batavia und Singapore gebracht und gelangt von da wiederum hauptsächlich nach Amsterdam, London und den vereinigten Staaten.

Der Handelswert der Droge wird wesentlich mit durch die Größe der Nüsse bestimmt. Eine gute Qualität enthält 200 Muskatnüsse im Kilo. Die geschätztesten Nüsse sind die, welche Penang liefert. Die Singapore-

ware ist geringwertiger. Die Kisten enthalten meist ungefähr 187 kg, doch giebt es auch Viertelkisten. In den Londoner Docks werden die wurmstichigen Nüsse meist ausgelesen. Diese Auslese geschieht von der Dockcompagnie, die den Importeuren die Kosten berechnet.

Morphologie der Frucht von Myristica fragrans.

Die in Fig. 144 dargestellte, überhängende Frucht besitzt eine anfangs fleischige, später lederartig austrocknende, ockerfarbige, außen kurz behaarte, durch Naht- und Mittelteil sich zweiklappig öffnende Fruchtschale (*P*, Fig. 144). Innerhalb der Fruchtschale sitzt ein einziger, von einem roten, trockenfleischigen Arillus (*A*) umhüllter, mit dunkelbrauner Samenschale (*Sch*) versehener Samen. Derselbe (Fig. 145) ist mit seinem

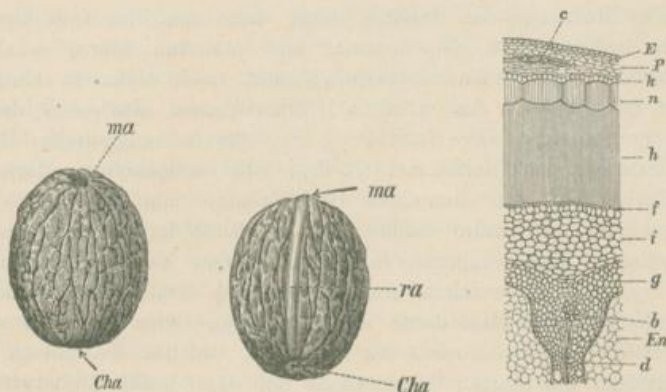


Fig. 146.

Fig. 147.

Fig. 148.

Fig. 146. Muskatnufs von der Vorderseite aus gesehen.

ma Nabelende der Muskatnufs, *Cha* Chalazaende der Muskatnufs.

Fig. 147. Muskatnufs von der Raphenseite aus gesehen.

Cha Chalazaende der Muskatnufs. *ma* Nabelende der Muskatnufs.

Fig. 148. Querschnitt durch den äußeren Teil des vollständigen Samens.

Schicht *E* bis *f* inklusive bildet die harte, sich von der Muskatnufs loslösende Samenschale. Das Gewebe *i* bildet die äußerste Partie der Muskatnufs; *g* bildet die in das Endosperm eindringenden Falten. *En* Endosperm.

breiten Ende an der Stielseite der Fruchtschale angewachsen; mit seinem spitzeren Ende (Chalazaende *Ch*) schaut er zu der geöffneten Fruchtschale heraus.

Der rote Arillus, welcher beim Trocknen gelb wird, ist nur an dem breiten Ende (*m*, Fig. 145) des Samens der Samenschale etwas angewachsen, liegt sonst der letzteren nur dicht an. Er wird als Macis (Muskatblüte) in den Handel gebracht.

Die Samenschale (Fig. 145) ist etwa 1,5 mm dick, spröde, außen glänzend, dunkelbraun. An dem breiten Ende des Samens (Fig. 145, *m*)

erkennt man den matt erscheinenden Nabelfleck, von dem aus die Raphe (*R*, Fig. 145) nach der Chalaza (*Ch*, Fig. 145) als deutlicher, gerader Streif hinläuft. 2 mm von dem Nabelflecke entfernt, nach vorn zu, liegt als ganz kleine Erhöhung der Samenmund, und um beide, Nabelfleck und Samenmund, zieht sich die etwa 4 mm lange, matte Narbe des Arillus hin, welche etwa die Form einer 8 zeigt.

Die Chalaza ist nur ein wenig dunkler als die übrigen Teile der Samenschale und hebt sich auch kaum dadurch hervor, daß sie ein wenig erhöht ist. Zerschlägt man die Samenschale des ausgetrockneten Samens, wie es bei der Gewinnung der Droge geschieht, so fällt ein harter Kern, die sogenannte Muskatnufs (Fig. 146 u. 147), heraus.

Morphologie der Muskatnufs des Handels.

Die Muskatnufs des Handels zeigt, wenn man den Kalk durch Abwaschen entfernt hat, eine braune, von vertieften Adern, welche dem Verlaufe der nach innen zu vorspringenden, noch näher zu schildernden Leisten oder Platten des späteren Hüllperisperms, also auch dem Verlaufe der innerhalb der Schicht *g*, Fig. 148 in tangentialer Richtung sich erstreckenden Leitbündel (*b*, Fig. 148) entsprechen, durchzogene Oberfläche. An dem stumpferen Ende nimmt man eine meist hellere Stelle *ma*, Fig. 146 wahr, welche dem Nabelende der Samenschale ansaß. Am spitzeren Ende dagegen findet man einen kleinen dunklen Punkt (*Cha*, Fig. 147), an welchem man das von der Chalaza der Samenschale losgelöste Ende der Muskatnufs erkennen kann. Hier liegt also auch die Eintrittsstelle des Leitbündels des Funikulus, welches das äußere Gefäßbündelsystem der harten Samenschale mit dem Gefäßbündelsystem der Muskatnufs verbindet. Beide Punkte werden durch eine Furche (*ra*) verbunden, welche unter der Raphe der Samenschale lag.

Schneidet man die Muskatnufs der Länge nach durch, so daß der Schnitt auch die Raphenfurche (*ra*) in sich aufnimmt, so findet man eine kleine Höhlung, die dicht unter dem helleren Flecke (*ma*) liegt und die Reste des kleinen Embryo enthält. Schneidet man die Muskatnufs quer durch, so sieht man, wie vorläufig bemerkt sein mag, daß eine dünne, dunkelbraune Schicht die ganze Muskatnufs umgiebt, welche Leisten braunen Gewebes in eine hellere Masse hineinsendet. Die letztere ist das Endosperm des Samens; das dunklere äußere Gewebe mit seinen Falten ist als Hüllperisperm zu bezeichnen, da es hauptsächlich aus dem Nucellusgewebe der Samenknospe, wie das normale Perisperm anderer Samen, entstanden ist, in physiologischer Beziehung aber nicht Perisperm genannt werden kann, da es nicht zur Speicherung von Nährstoffen dient.

Allgemeine Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Samens von Myristica fragrans (mit Ausschluss des Arillus).

Die besprochene Morphologie und Anatomie der Muskatnufs kann nur aus der eigenartigen Entwicklungsgeschichte des ganzen Samens

völlig verstanden werden, und diese soll deshalb kurz geschildert werden, unter Vorausschickung der gröberen Anatomie der Samenschale, welche wiederum zum vollen Verständnis der Entwicklungsgeschichte nötig ist. Der ganze fertige Samen setzt sich in anatomischer Beziehung in folgender Weise zusammen. Unter der äußeren Epidermis der harten Samenschale (*E*, Fig. 148) liegt eine Schicht von braunem Parenchym, in welchem das starke Gefäßbündel der Raphe und andere, zarte Leitbündel, welche vom Nabel aus entspringen, verlaufen. Sie grenzt an eine einfache Lage kurzer, radial gestellter, prismatischer Zellen (*k*). Darauf folgt eine Schicht dünnwandiger, stabförmiger Zellen (*n*), an welche sich eine Schicht ähnlicher, sehr langer, dickwandiger Elemente (*h*) anschließt. Die nächste, einfache Zelllage *f* besteht aus tangential gestreckten Faserzellen. Das in der Fig. 148 mit *i* bezeichnete Gewebe ist parenchymatisch, teilweise zusammengefallen und braun; die darauffolgende Schicht *g* besteht aus kleineren Zellen als das vorhergehende Gewebe. Die dunkelbraune Schicht *g* ist von tangential verlaufenden Gefäßbündeln (*b*) durchzogen und entsendet kürzere oder längere Gewebeplatten in das Endosperm, deren Basen über den tangential verlaufenden Gefäßbündeln (*b*) liegen; letztere senden horizontal verlaufende Zweige in die Platten. Das Gefäßbündel der Raphe dringt an der Chalaza bis zur Schicht *g* vor und vermittelt die Verbindung zwischen dem Gefäßbündelsystem der Schicht *P* und der Schicht *g*. Das Endosperm (*En*) und der Embryo nehmen den übrigen Teil des Samens ein.

Die angedeuteten anatomischen Teile des Samens entwickeln sich nun in folgender Weise aus der Samenknospe. Die jüngsten Ovula, welche untersucht wurden, waren solche von etwa 0,7 mm medianem Durchmesser, aus noch geschlossener Blüte. In diesem Zustande zeigt das Ovulum (Fig. 149) einen im Verhältnis zu seiner Größe stark entwickelten Funikulus (Fig. 149, *f*) und zwei dicke Integumente (*i* und *ii*), gegen die der Nucellus sehr zurücktritt. Die Integumente schließen ungefähr in gleicher Höhe ab, so daß die Mikropyle (*m*) von dem inneren Integument allein gebildet wird. Das äußere Integument ist an der Raphenseite (bei *e*) nicht ganz bis zum Exostom mit dem Funikulus verwachsen, so daß es frei um das Endostom herumgreift. Das äußere Integument (*i*) ist bis an die Chalaza (*ch*) hin frei und dort auf kleiner Strecke mit dem Nucellus (*nu*) verwachsen. Das äußere Integument bildet also mit Ausnahme der kleinen Chalazapartie überall die Außenseite der Samenknospe. Die Ansatzfläche des inneren Integumentes befindet sich in halber Höhe zwischen Chalaza und Mikropyle, so daß ein beträchtlicher Teil des Nucellus (*nu*), der weiterhin als Nucellusunterteil bezeichnet werden soll, unmittelbar an das äußere Integument stößt. Nur die Nucellusspitze (*ns*) wird von dem inneren Integument umhüllt und ist, soweit sie das Integument berührt, mit ihm verwachsen. Der Embryosack (*s*) ist im Nucellusoberteile gelegen.

Zum Verständnis der mit dem Wachstum der Samenknospe vor sich

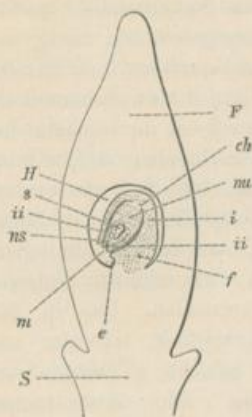


Fig. 149.

Medianer Längsschnitt durch die im Fruchtknoten sitzende Samenknospe von *Myristica fragrans*.

F Fruchtknotenwand. H Fruchtknotenhöhle. S Stiel der Blüte. f Funikulus, i Äußeres Integument. ii inneres Integument. mu Nucellusunterteil, ms Nucellusspitze. ch Chalaza. e Embryosack. m Mikropyle.

15fach vergr.

gehenden Veränderungen müssen wir hier gleich auf die Gewebebeschaffenheit des Nucellus und des inneren Integumentes eingehen. Wir unterscheiden Dauergewebe und Meristem. Im innern Integument findet sich letzteres nur an der Innenseite, im Nucellusoberteile 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 zusammenschließend, setzt sich dieses Meristem in den Nucellusunterteil fort, fast seine ganze Substanz ausmachend und nach außen nur eine Dauergewebeschicht von etwa der Stärke des inneren Integumentes freilassend. An der Chalaza schließt es sich an das Ende des Raphengefäßbündels an, nach oben reicht es nicht ganz bis an die Grenze des Embryosackes. Dieser letztere ist also rings von Dauergeweben umgeben.

Vergleicht man nun mit dieser Samenknospe die weiteren Entwicklungsstadien, so sieht man, daß mit dem Wachstum folgende Veränderungen vor sich gehen: der Funikulus

und die Integumente treten mehr und mehr gegen den Nucellus zurück. Der Abstand zwischen dem Nabel (Hilum) und der Mikropyle vergrößert sich im Verhältnis zum ganzen Ovulum kaum, womit zusammenhängt, daß der Winkel, welchen die Längsachse der Samenknospe mit der Richtung von der Chalaza nach dem Nabel 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, im allgemeinen aber schwach. Der Nucellusunterteil wächst nach allen Richtungen ziemlich stark, doch nicht so sehr in der Quer- als in der Längsrichtung. Dadurch, daß das Wachstum des Nucellusoberteils und des inneren Integumentes so sehr hinter dem des Nucellusunterteiles zurücktritt, kommt es schließlich dahin, daß jene im reifen Samen auf ein sehr kleines Gebiet an seiner Spitze beschränkt sind.

Der Embryosack, welcher unter gleichzeitiger Resorption der ihm benachbarten Zellen wächst, erweitert sich ungefähr in dem Maße wie der Nucellus, und zwar auch in demselben Sinne wie dieser, in den verschiedenen Richtungen ungleich stark. 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 diese Teile eingetreten ist, eine dünne Schicht (Fig. 150, *m*), welche mit dessen Wand parallelen Verlauf einhält.

Weiterhin, zuerst bei einem Ovulum von etwa 3 mm bemerklich, bildet im Nucellusunterteil diese Meristemschicht und das zwischen ihr und dem Embryosack eingeschaltete Dauergewebe, flache nach innen gerichtete Falten (*Fa*, Fig. 150), denen lokale Verdickungen des nach außen abgegebenen Dauergewebes (*dä*, Fig. 150) entsprechen. Aus ihnen gehen die den Endospermkörper zerklüftenden Platten hervor.

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

Der Funikulus (*f*, Fig. 150) und das äußere Integument (*i*, Fig. 150) mit Ausschluss der Epidermis und der subepidermalen Zellschicht der Innenseite entwickeln sich zu den Schichten *E*, *P*, *k* (Fig. 148) der Samenschale. Die Leitbündel (*c*, Fig. 148) sind schon in einer Samenknope von 1,3 mm deutlich zu erkennen (*gi*, Fig. 150).

An dem Aufbaue der Schichten *n*, *h*, *f* (Fig. 148) beteiligen sich nur epidermale und subepidermale Zellen und zwar erstens die Elemente der beiden Epidermen, welche die Spalte (*gr*, Fig. 150) zwischen dem äußeren Integument und dem Nucellus, beziehungsweise dem inneren Integumente (*ii*, Fig. 150) auskleiden, sodann die subepidermalen Zellen an der ganzen Innenseite des äußeren Integumentes und schließlich die in einer schmalen, die Chalaza unmittelbar umgebenden, ringförmigen Zone gelegenen subepidermalen Zellen des Nucellus. Schicht *n* (Fig. 148) entsteht wesentlich aus den inneren subepidermalen Zellen des äußeren Integumentes, Schicht *h* (Fig. 148) aus den inneren Epidermiszellen des äußeren Integumentes. Die Schicht *f* entsteht größtenteils aus der Epidermis des Nucellus und nur auf eine kleine Strecke (bei *ii*, Fig. 150) aus der äußeren Epidermis des inneren Integumentes. Die Entwicklung der Schichten *i* und *g* (Fig. 148) geht in folgender Weise vor sich: An der Spitze (*m*, Fig. 145) des Samens, soweit die in das Endosperm eindringenden Gewebeplatten fehlen, entsteht die ganze Innenschicht im wesentlichen aus dem inneren Integumente (*ii*, Fig. 150) und nur in der untersten Region dieses Gebietes 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 Integumentes gelegenen Anteil des Nucellus zu thun.

Die Differenzierung des Nucellusgewebes beziehungsweise des inneren Integumentes in die Lagen *i* und *g* (Fig. 148) erfolgt, soweit hier in der

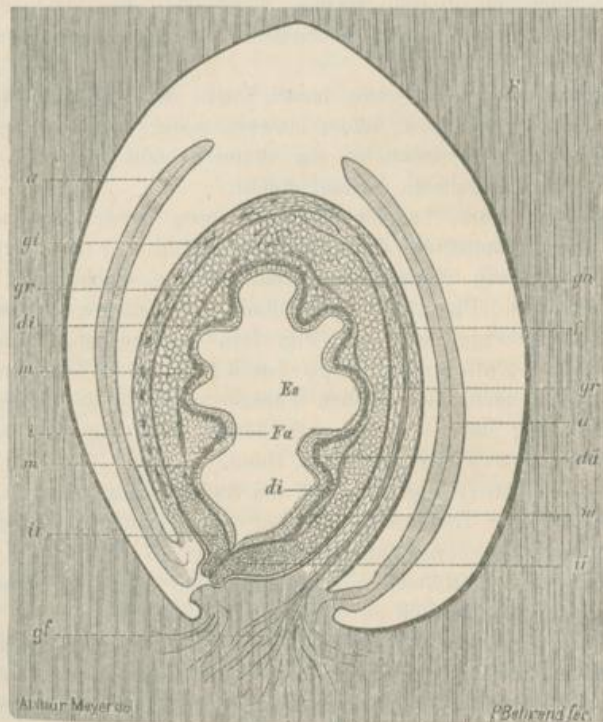


Fig. 150.

4,5 mm lange Samenknope von *Myristica fragrans* in der Fruchtknotenöhrlung sitzend; Endosperm und Embryo entfernt.

F Wand des Fruchtknoten. *a* Arillus. *gf* Gefäßbündel, welche aus dem Fruchtknoten in den Funiculus eintreten. *f* Gefäßbündel des Funiculus. *g* Gefäßbündel des Integumentes. *i* äußeres Integument. *gr* Spalte zwischen dem äußeren Integumente und dem Nucellus. *u* inneres Integument. *gn* Gefäßbündel des Nucellusgewebes. *da* äußeres Dauergewebe. *m* Meristem. *di* inneres Dauergewebe.

Samenknope der noch geschlossenen Blüte Meristem vorhanden ist, dadurch, daß das in diesem Stadium außerhalb 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 (*i*), das letztere die innere Lage (*g*) bildet. Das in der inneren Lage verlaufende Gefäßbündelsystem (*b*, Fig. 148) entwickelt sich ungefähr zu derselben Zeit, wie das oben besprochene des äußeren Integumentes (s. Fig. 150, *gn*).

Das von der Meristemschicht nach innen abgegebene Gewebe, aus polyedrischen Zellen bestehend (Fig. 150, *di*), wird von dem Embryosack successive resorbiert. Solange das Meristem (*m*, Fig. 150) thätig, ist stets eine ziemlich beträchtliche Lage dieses Gewebes vorhanden; wird des ersteren Thätigkeit kurz vor der Samenreife eingestellt, so liefern die noch nicht resorbierten Reste die deformierten Zellen (Fig. 148, *d*), welche die unmittelbare Begrenzung des Endospermkörpers bilden.

Anatomie der Muskatnufs des Handels.

Lupe: Der Querschnitt der Muskatnufs zeigt uns außen als dunkle, fast schwarze Schicht (*hp*, Fig. 151) wesentlich die Schicht *g* der Fig. 148, das Hüllperisperm; die außerhalb der dunklen Schicht im intakten Samen gelegene Zellschicht *i*, Fig. 148 bleibt fast ganz an dem harten



Fig. 151.

Fig. 151. Frisch hergestellte Querschnittsfläche der Muskatnufs.

hp Hüllperisperm (Schicht *g*, Fig. 148). *v* plattenförmige Vorsprünge des Hüllperisperms. *d* älteres Endospermgewebe. *s* spaltenförmiges Endospermolumen. *h* jüngeres, etwas helleres Endospermgewebe.

2fach vergr.

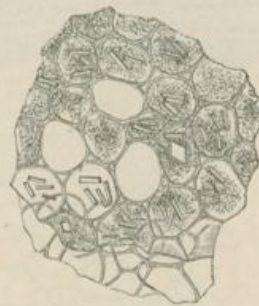


Fig. 152.

Fig. 152. Hüllperisperm der Muskatnufs in der Flächenansicht.

160fach vergr.

(Nach Möller.)

Teile der Samenschale, welcher von der Muskatnufs losgelöst ist, hängen. Dieses Hüllperisperm, welches die Gefäßbündel enthält und die schon im morphologischen Teile erwähnten Gewebeplatten in das Endosperm sendet, wurde, wie wir im vorigen Abschnitte sahen, soweit es solche Platten bildet, also zum allergrößten Teile, aus dem sekundären Gewebezunwache erzeugt, den die im Basalteile des Nucellus gelegene Meristemschicht nach erfolgter Öffnung der Blüte an der Außenseite aufbaut. Das Hüllperisperm sendet also Platten (*v*, Fig. 151) aus, welche durch ihre dunkelbraune Farbe und ihr poröses Aussehen charakterisiert sind. Alles, was sonst noch auf dem Querschnitte der Muskatnufs zu sehen ist, ist Endospermgewebe.

Dieses letztere hat kein ganz gleichmäßiges Aussehen. Die den Platten (*v*) dicht anliegenden Partien (*d*) des Endosperms sind relativ

dunkel bräunlich. An den Grenzen dieser Partien ziehen sich helle Linien (s) hin. Diese hellen Linien umgrenzen die Querschnitte eines spaltenförmigen Raumes, des Restes des Embryosacklumens, welcher der unregelmäßigen Außenfläche des Endospermkörpers gleichlaufend, letzteren in vielfachen Windungen durchsetzt, und welcher dadurch so scharf hervortritt, daß die Zellen der innersten, jüngsten Endospermartie ein von dem der übrigen abweichendes Aussehen zeigen, zartwandiger und nicht so sehr mit Reservestoffen angefüllt sind, als diese. Die Linien (s) des

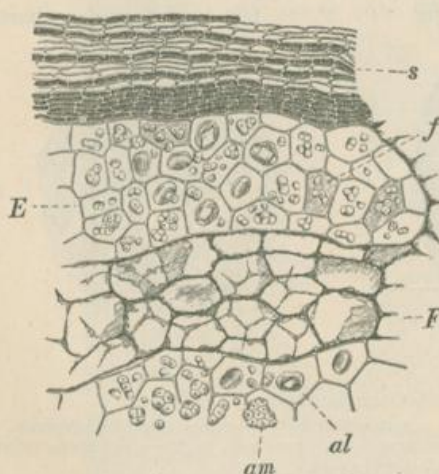


Fig. 153.

Fig. 153. Schnitt durch die Muskatnufs.

s Hüllperisperm. f Gewebe einer Platte des Hüllperisperms. E Endospermgewebe mit einigen Stärkekörnern (am) und Aleuronkörnern (al). Einige Zellen sind braun gefärbt (f).
160fach vergr. (Nach Möller.)

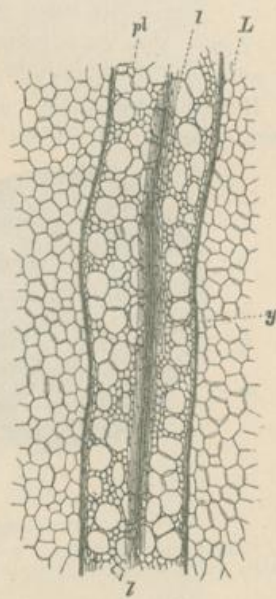


Fig. 154.

Fig. 154. Querschnitt durch eine Platte (pl) des Hüllperisperms und das angrenzende Endosperm (L).

l Sekretbehälter. y Gefäßbündel.
65fach vergr.

jüngsten Gewebes umschließen im Querschnitte der Muskatnufs häufig etwas heller bräunliche Partien h, die ebenfalls aus Endospermgewebe bestehen.

Mikroskop: Das äußere Hüllperisperm (hp, Fig. 151) besteht aus einem Gewebe von kleinen polyedrischen Zellen, welches von zahlreichen tangential verlaufenden Gefäßbündeln durchzogen ist.

Dieselben sind in der Droge zusammengefallen, mit braunen Wänden versehen, teilweise von rotbraunem, in Salzsäure heller werdenden Inhalte

erfüllt. Man findet in ihnen (Fig. 152) mehr oder weniger zahlreiche Krystalle, welche in Salzsäure, sowie kaltem Alkohol unlöslich sind, von Kalilauge ebenfalls nicht angegriffen werden. Sekretbehälter kommen nicht in dem äußeren Teile des Hüllperisperms vor. Die Platten (*v*, Fig. 152), welche in das Endosperm hineingesendet werden, scheinen, wenn man dünnere Querschnitte durch dieselben betrachtet, der Hauptsache nach aus einem braunen, grobzelligen, inhaltslosen Parenchym zu bestehen, wie es in *F*, Fig. 153 dargestellt ist.

Sieht man aber genauer nach, so findet man, daß die Hauptmasse des Gewebes der Platten von großen, ätherisches Öl führenden Sekretzellen gebildet wird (*l*, Fig. 154), und daß zwischen diesen kleine Parenchymzellen liegen. Die Wände des Gewebes sind braun gefärbt und lösen sich nicht in Schwefelsäure. Die Platten werden von kleinen Gefäßbündelchen (*y*, Fig. 154) durchzogen.

Das Endosperm besteht aus einem dichten Parenchym zarthäutiger, vieleckiger Zellen (Fig. 153, *E*). Die meisten Zellen sind farblos, einzelne jedoch besitzen braune Membran und braun gefärbten, gerbstoffhaltigen Zellinhalt, der jedoch sonst von dem der übrigen Zellen nicht abzuweichen scheint. Die Zellen enthalten, eingelagert in (teilweise krystallinisches) Fett führendes Plasma, zahlreiche kleine, meist zusammengesetzte Stärkekörner (*am*, Fig. 153) und einzelne große, oft Krystalloide enthaltende Proteinkörner (Fig. 153, *al*), selbstverständlich auch einen durch Färbemittel leicht sichtbar zu machenden Zellkern.

Chemie: Die Muskatnüsse enthalten im Endosperm etwa 20 % der ganzen Nufs Fett. Ätherisches Öl kommt in dem völlig geschmacklosen Endosperm nicht vor, sondern ist nur im Hüllperisperm enthalten.*) Es lassen sich aus der Muskatnufs 8—10 % ätherisches Öl gewinnen. Das Fett enthält etwa 12 % Myristin, wahrscheinlich neben Palmitin und Olein. Es ist noch genauer zu untersuchen. Das ätherische Öl enthält ein Terpen (Myristicin) und einen sauerstoffhaltigen Anteil ($C^{10}H^{14}O$), das Myristicol. Die Muskatnufs liefert 2 % Asche.

Geschichte: Die Äbtissin Hildegard (zu Bingerbrück) kannte um das Jahr 1150 die Muskatnüsse.

4. Andere medizinisch verwendete Samen.

Semen Arecae, Arekanüsse: *Areca Catechu*. *Palmae*. Sunda-inseln. Kultiviert in Ostindien und auf den Philippinen. 0,1 % Arecain, 0,1 % Arecolin.

Semen Calabar (Semen *Physostigmatis*, *Faba calabarica*)

*) In ganz ähnlicher Weise kommt bei *Myristica Bicuhyba* Schott — siehe Berichte der Deutsch. Bot. Ges. 1887, S. 468 — der Bitterstoff nur im Hüllperisperm vor; das Hüllperisperm ist wahrscheinlich häufig der Ort, in welchem die Stoffe abgelagert werden, die zum Schutze der Samen gegen Feinde dienen sollen.

Calabarbohne: *Physostigma venenosum* Balfour. Papilionaceae. Afrika, Küste des Busens von Guinea. 0,1 % Physostigmin oder Eserin und Calabarin.

Semen Cacao, Kakaobohne: *Theobroma Cacao* L. Ternstroemiaceae. Einheimisch im tropischen Amerika, angebaut in Amerika, Afrika, Asien. Genußmittel. Liefert das *Oleum Cacao*. Theobromin oder Dimethylxanthin.

Semen Colae, Kola, Nuces Kolae: *Sterculia acuminata* Beauvais, *Cola acuminata* Pol. und einige andere Species z. B. *ficifolia* Mast., *heterophylla* Mast., *cordifolia*. Sterculiaceae. Westküste von Afrika, verpflanzt nach Amerika und Asien. 2,3 Coffein und Theobromin 0,023 %.

Semen Cydoniae, Quittensamen oder Quittenkern: *Cydonia vulgaris*. Pomaceae. Südwest-Asien einheimisch. Gebaut. Membranschleim.

Semen Erucae seu *Sinapis albae*, Weißer Senf: *Sinapis alba* L. Cruciferae. Einheimisch in Asien und Südeuropa. Angebaut. Sinalbin.

Semen Hyoscyami, Bilsenkrautsamen: *Hyoscyamus niger* L. Solanaceae. Hyoscyamin oder Daturin.

Semen Jequirity, Jequiritisamen oder Paternostererbsen: *Abrus precatorius* L. Papilionaceae. Tropen und Subtropen beider Halbkugeln.

Semen St. Ignatii, Ignatiusbohnen: *Strychnos Iguatii* Bergius Loganiaceae. Philippinen. 1,5 % Strychnin, 0,5 % Brucin.

Semen Indageer oder Semen Wrightiae, Indageersamen: *Holarrhena antidysenterica* Apocynaceae. Ostindien, Mauritius. Conessin oder Wrightin.

Semen Nigellae, Schwarzkümmel: *Nigella sativa*. Ranunculaceae. Asien, Afrika, Europa. Fettes und äther. Öl, Melanthin.

Semen Paeoniae, Päoniensamen: *Paeonia officinalis* L. Paeoniaceae. Südeuropa.

Semen Paradisi, Paradieskörner: *Amomum Granum Paradisi* Afzel. Zingiberaceae. Guinea.

Semen Paullinae: *Paullinia sorbilis* Mart. Sapindaceae. Brasilien. Liefert die Pasta Guarana. 5 % Coffein.

Fabae Pichurim, Pichurimbohnen: *Nectandra Puchury minor* und *major* Nees. Lauraceae. Brasilien.

Semen Psyllii, Flohsamen: *Plantago Psyllium*. Plantagineae. Südeuropa. Schleim.

Semen Ricini, Ricinussamen: *Ricinus communis* L. Euphor-

biaceae. Ostindien. Kultiviert in allen wärmeren Gegenden. Liefert das Oleum Ricini.

Semen Staphisagriae, Läusesamen: Delphinium Staphisagria. Ranunculaceae. Südeuropa.

Semen Stramonii, Stechapfelsamen: Datura Stramonium. Solaneae. Daturin oder Hyoscyamin und Atropin.

Semen Strophanthi; Arten der Gattung Strophanthus, welche im tropischen Afrika wachsen. Apocynaceae. 5–10 % Strophanthin.

Semen Tiglii, Purgierkörner: Croton Tiglium. Euphorbiaceae. Indien. Kultiviert in China, Japan, Cochinchina, Ostindien, Sundainseln, den Philippinen und auf Mauritius. Liefert 40 % Crotonöl.

Semen Tonco: Dipterix odorata. Papilionaceae. Tropisches Amerika. 1,5 % Cumarin.

§ 2. Die Wurzeln.

1. Spezielle Morphologie der Wurzeln.

Die Erkennungszeichen der normalen Wurzeln sind schon früher (Allgemeine Morphologie, § 1, S. 13) kurz zusammengestellt worden. Die normalen, in der Erde wachsenden Wurzeln, welche also in ihrer Jugend stets dazu dienen, die Bodenflüssigkeit aufzunehmen und der Pflanze zuzuführen, im Alter als Leitungsorgane dieser Stoffe funktionieren und sonst nur noch für die Feststellung der Pflanze in dem Boden von Bedeutung sind, haben in ihrer Jugend stets die Form von einfachen, den Bruchteil eines Millimeters bis etwa einen Centimeter, im gewöhnlichen Falle einige Millimeter dicken Cylindern, welche an ihrer Spitze sich verjüngen. An letzterer tragen sie den von einer Wurzelhaube bedeckten Vegetationspunkt, unter diesem die junge, höchstens ein paar Centimeter lange wachsende Region, hinter welcher eine einige Centimeter lange, mit Wurzelhaaren besetzte, schon ausgewachsene, die Stoffaufnahme besorgende Partie, und schließlich die nur der Leitung dienende basale Partie der Wurzel folgt. Die Monokotyledonenwurzeln, welche meist nur kurze Zeit, 1 oder 2 Jahre, leben, bleiben in allen Teilen gleich dick, wenn sie auch sehr lang werden, wie wir ja das sehr schön an dem Beispiele der Sarsaparillwurzel sehen können, deren einzelne Wurzeln meterlang werden und ebenso wie die kürzeren Wurzeln, welche wir bei Veratrum album beobachten, von der Basis bis dicht unter die Spitze gleich dick sind. Die langlebigeren und sich meist reichlicher wiederholt verzweigenden Wurzeln der Dikotyledonen verdicken sich bald hinter der Spitze mehr und mehr, so daß sie mehr oder weniger schlank kegelförmig werden, an der Basis viel breiter werden können, als in der Nähe des Vegetationspunktes, verhalten sich sonst aber wie die Monokotyledonenwurzeln.