

ÖSTERREICHISCHE
BOTANISCHE ZEITSCHRIFT.

LXXV. Jahrgang, Nr. 1—3.

Wien, Jänner—März 1926.

**Beitrag zur Kenntnis der Anatomie der Samen
mehrerer Euphorbiaceen-Arten.**

Von **Karl Mandl** (Wien).

(Mit Tafeln I—IV.)

Von anderen Angiospermensämen recht charakteristisch unterschieden, zeigen die Samen der Euphorbiaceen-Gattungen untereinander eine ziemlich weitgehende Übereinstimmung in ihrem Bau. Es ist bisher noch nicht versucht worden, auf Grund anatomischer Untersuchungen eine Gruppeneinteilung vorzunehmen, da auch die Voraussetzung dafür, die Kenntnis des Baues der Samen möglichst aller Gattungen, gefehlt hat. Einen Beitrag dazu zu liefern, ist der Zweck der folgenden Untersuchungen, wobei noch bemerkt werden soll, daß sich vorerst die Untersuchung auf einige Arten aus den verschiedensten Gattungen beschränkte. Diejenigen Arten, von deren Samen bereits ausführliche Beschreibungen vorliegen, werden mit den betreffenden Literaturangaben bloß erwähnt. Auch ein näheres Eingehen auf den äußeren Bau und das Aussehen der Samen wurde unterlassen, da diese Eigenschaften ausführlich in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam., III. T., 5. Abt. beschrieben sind. Hier gelangt in der Hauptsache die Anatomie der Samenschale ausführlich zur Erörterung, also die Beschreibung aller Schichten am Samen mit Ausnahme von Endosperm und Embryo. Diese letzteren, die ja an fast allen Arten einen ziemlich übereinstimmenden Bau und ganz ähnliche anatomische Verhältnisse haben, sollen nur insoweit Berücksichtigung finden, als ihre Kenntnis für die Erkennung einer oder der anderen Art von maßgebender Bedeutung ist.

Die an allen Euphorbiaceen-Samen wiederkehrenden, meines Wissens niemals fehlenden Schichten sind folgende: Epidermis, Prismenzellschicht¹⁾ (oder Karbonatschicht), Sklereidschicht (oder Makro-

¹⁾ Der Name stammt von H. Wichmann.

Dieser Ausdruck wurde von Bille-Gram für die verkalkte Schicht von *Aleurites* eingeführt.

sklereiden)¹⁾, inneres Samenhäutchen (Nährschicht)²⁾; darauf folgen Endosperm und Embryo. Diese Schichten können vermehrt, bzw. verändert sein: Die Epidermis ist manchmal in eine Schleimepidermis umgewandelt. Zwischen Epidermis und Prismenzellenschicht erscheint häufig eine aus meist mehreren Lagen parenchymatischer Zellen bestehende Schicht eingelagert, die immer in der Umgebung der Raphe am deutlichsten zu beobachten ist, die „Zwischenschicht“³⁾; öfters finden sich in ihr Gefäße. Die Prismenzellenschicht ist bei einigen Arten durch Einlagerung von Kalk in die Zellen verkalkt (Karbonatschicht bei *Aleurites*, *Joannesia*). Nach der Palisadensklereidenschicht, die fast durchwegs gleichartig ausgebildet ist, folgt das innere Samenhäutchen, das meist nur sehr undeutlich in zwei Teile zerfällt, deren einer der Entwicklung nach dem inneren Integument, der andere jedoch dem Nuzellus angehört. Zwischen beiden, jedoch zwischen Zellen des letzteren liegend, finden sich öfters Gefäße, die in diesem Falle als intraseminale Gefäße zu bezeichnen sind.

Die Benennungen für die einzelnen Schichten der Samenschale sind nach ihren hervorstechendsten äußeren Eigenschaften gewählt und bereits eingeführt mit Ausnahme der Bezeichnung „Prismenzellenschicht“ oder „Karbonatschicht“, welche beiden auch nicht durchgehends zutreffend sind. Die Zugehörigkeit zu den entwicklungsgeschichtlich charakterisierten Bestandteilen einer Samenanlage (Integument, Nuzellus etc.) erscheint darin jedoch nicht ausgedrückt. Eine Kennzeichnung in dieser Hinsicht, sowie eine auf Grund der folgenden Untersuchungen der anatomischen Verhältnisse an reifen Samen mehrerer Arten gewonnene, soweit als möglich verallgemeinerte Charakterisierung dieser Samenschichten folgt am Schlusse dieser Abhandlung.

Es folgen nun auf die oben in kurzen Zügen wiedergegebene, allgemeine Charakteristik der Euphorbiaceen-Samenschale die eingehenden Beschreibungen mehrerer den verschiedensten Gattungen angehörenden Arten, die teils technisch wichtig oder zumindest wertvoll, teils bedeutungslos für die Wirtschaft sind.

Die bisher veröffentlichten, ausführlichen Beschreibungen betreffen:
Ricinus communis, Schlotterbeck, Beitrag z. Entw.-Gesch. pharm. wichtiger Samen. (Diss., Bern, 1896.)

Croton tiglium, Schlotterbeck, ebenda.

Croton (einige Spezies), G. Kayser, Berichte der deutsch. pharmaz. Gesellsch. Berlin, 1892 u. 1893.

¹⁾ Von Tschirch verwendet.

²⁾ Dieser Ausdruck sollte besser vollends unterdrückt werden, da er keine innere Berechtigung besitzt und nur zu Irrtümern Anlaß geben kann.

³⁾ Sternparenchym bei Schlotterbeck.

Aleurites triloba, H. Wichmann, Verh. d. Zool.-botan. Ges., XXIX. Bd., Wien 1879, S. 411 ff. u. Tafel.

Aleurites triloba und *Aleurite scordata*, K. Mandl, Mitteilungen aus dem technisch-mikroskop. Laboratorium der techn. Hochschule in Wien, 2. Heft, 1925, S. 24. (Vgl. Tafel IV, Abb. X und XI.)

***Joannesia (Anda) Gomesii* Juss. (Abb. I.)**

Der ungefähr nußgroße, glatte Samen ist von einer der harten Samenschale anliegenden, sehr spröden Haut umgeben, die beim reifen Samen fast überall abgefallen ist. An den wenigen Stellen, wo sie aufzufinden ist, zeigt sie folgendes Bild: Die anscheinend äußerste Schicht (vermutlich Epidermis) besteht aus stäbchenförmigen, braunen Zellen, die ca. 30 μ lang und 2·5—2·8 μ breit sind. Die Zwischenschicht ist aus 20—40 μ großen, parenchymatischen, polyedrischen bis runden Zellen zusammengesetzt, in welchen sich brauner Farbstoff in Form von kugelartigen Gebilden findet. Angelagert an diese Zellen finden sich einfachst gebaute Gefäßbündel, bestehend aus mehreren, seltener zusammengesetzten, sonst aber meist einfachen Schraubengefäßen. Der harte Teil der Samenschale beginnt mit der folgenden Prismenzellenschicht, in diesem Fall zu Recht als Karbonat-schicht bezeichnet, einer einzigen Zellage meist sechseckiger, stark verkalkter Zellen von ungefähr 10—15 μ im Durchmesser. Sie sind ganz ähnlich beschaffen, wie die a. a. O. beschriebenen, entsprechenden Zellen von *Aleurites triloba* (s. Verf., Mitteilg. a. d. techn.-mikr. Lab. d. techn. Hochsch. Wien, Heft 2, 1925). Es folgt die Sklereiden-schicht, welche in ihrem Aussehen auch kaum von der erwähnten Art abweicht. Die Steinzellen sind 6—8 μ dick, ca. 1 mm lang, meist schräg verlaufend, mit schief zur Zellachse gestellten Poren versehen; im Innern derselben befindet sich ein Kanal, mit welchem die Poren in Verbindung stehen. Im Querschnitt sind sie meist sechseckig, an den Enden, gegen welche sie bis gegen 14 μ dick werden, fast kreisrund.

Auf die Steinzellenschicht folgt das innere Samenhäutchen, dessen erste Zellreihen aus bloß 20—30 μ großen, die folgenden inneren aus 50—90 μ großen Zellen bestehen. In ihrer Gesamtheit bilden sie ein lockeres, schwammiges Gewebe, dessen einzelne Zellen je einen ca. 6—20 μ großen, grauen Inhaltskörper bergen. Manche von ihnen besitzen außerdem noch einen ca. 16 μ großen, würfelförmigen Kristall. Die letzten, dem Endosperm anliegenden Zellagen sind stark zusammengedrückt und lassen kein Lumen mehr erkennen. Intra-seminal Gefäße wurden nicht aufgefunden.

Der nun folgende Samenkern besteht aus den zwei ungefähr gleich großen Hälften des Endosperms, die in der Mitte einen Hohlraum freilassen; derselbe wird, wie bei *Aleurites*, von den beiden wohlausgebildeten Keimblättern, die der zugehörigen Endospermhälfte dicht anliegen, ausgefüllt.

Das Endosperm zeigt im Schnitt 15—30 μ große, isodiametrische Zellen, dicht mit 5—12 μ großen Aleuronkörnern und Fett erfüllt. Außerdem findet sich eine sehr große Anzahl Kristalle von oxalsaurem Kalk von der bekannten, morgensternähnlichen Gestalt. Das Keimblatt zeigt im Querschnitt eine oberste Zelllage eckiger, 11—25 μ großer Zellen, die lückenlos aneinanderschließen (deutlich in der Draufsicht zu erkennen); nach innen zu folgen ungefähr sechs Lagen rundlicher Zellen, die ein mehr schwammiges Parenchym bilden, öfters unterbrochen durch bereits wohlausgebildete Gefäßbündel, deren einzelne Schraubengefäße in der Aufsicht zu erkennen sind. Auch die Keimblattzellen sind dicht mit kleinen, ca. 3—6 μ großen Aleuronkörnern und Fett erfüllt.

Euphorbia lathyris L. (Abb. II.)

Der Samen ist ungefähr 5 mm lang und 3 mm breit, von bohnenförmiger Gestalt.

Die Zellen der Epidermis sind sehr wohlerhalten, ca. 18 μ groß, papillös vorgewölbt, mit nach außen stark verdickten Wänden versehen und mit braunem Farbstoff erfüllt. Auf die Epidermis folgt unmittelbar die Prismenzellenschicht, die eine Zelllage flacher, polygonaler, zartwandiger, 10 μ großer Zellen vorstellt. Die nächste Palisadensklereidenschicht besteht aus 180 μ langen, stark verholzten, 18 μ breiten Zellen, jede mit einem Lumen, das die halbe Zelle ausfüllt. An diese Steinzellenschicht schließt sich eine Reihe von dünnwandigen, zerdrückten, formlosen, aus Zellulose bestehenden Zellen ohne irgendwelche bemerkbare Inhaltkörper an, vermutlich der Nuzellarrest. Intraseminale Gefäße sind nicht vorhanden.

Das Endosperm beginnt mit ca. 50 μ großen, rundlichen Zellen, die gegen die Mitte zu immer kleiner werden (nur ca. 16 μ groß). Zwischen den einzelnen Zellen sind große Zwischenzellräume. Die innersten vier Zellagen sind abweichend geformt, von flacher, tafelförmiger Gestalt. Alle Endospermzellen, mit Ausnahme dieser erwähnten letzten vier Reihen, sind dicht mit 2·5—5 μ großen Aleuronkörnern und Fett erfüllt. Auf die flachen Zellen, die keinerlei Inhaltkörper aufweisen, folgt ein Hohlraum, der den Embryo vom Endosperm trennt. Der Embryo ist von zäpfchenförmiger Gestalt, im Querschnitte kreisrund. Die Zellen

sind außen ca. 11 μ , innen ca. 30 μ groß, dicht mit Aleuron und Öl erfüllt. In einem konzentrisch zum Umfang gelegenen Kreise befinden sich die Anlagen der zukünftigen Gefäße, bestehend aus mehr oder weniger eckigen, ca. 8 μ großen Zellen, die in einem scharf abgegrenzten Kreise angeordnet erscheinen. Der Längsschnitt durch den Embryo zeigt eine eigenartige Verwachsung der beiden Keimblätter am Grunde.

Phyllanthus emblica L. (Abb. III.)

Der Samen hat ungefähr die Gestalt eines Kugelausschnittes, von zwei Seiten eben begrenzt, die dritte Seite ist die zwischen den beiden Ebenen liegende Kugeloberfläche, in der Form etwa an die Fruchtspalten einer Orange erinnernd. Der Querschnitt ist dementsprechend dreieckig. Das Aussehen der einzelnen Schichten der Samenschale und des Samenkerns ist folgendes:

Die Epidermis ist eine Schichte ellipsoidischer Zellen mit großen Zwischenräumen, 100—200 μ lang, 45 μ breit, mit braunem Farbstoff erfüllt. Darunter befindet sich eine Lage von Zellen, die zu diesen Epidermiszellen quergestellt erscheinen, von länglicher, schmaler Form, ca. 80 μ lang und nur 14 μ breit, prismatisch, eng aneinanderliegend, ebenfalls braun, die Prismenzellenschicht vorstellend. Die Sklereidenschicht ist meist nur eine Lage von länglichen, stark verholzten, hellen Zellen mit schmalen Lumen und vielen Porenkanälen, durch letztere untereinander in Verbindung stehend. Der Querschnitt dieser Sklereiden ist polygonal, sechseckig. Die Zellen sind 170 μ lang und 40 μ dick. Die Sklereidenschicht des *Phyllanthus*-Samens zeigt eine Besonderheit: Manchmal (an manchen Stellen) besteht sie aus zwei (oder mehreren?) Zellagen übereinander, wobei dann die einzelnen Zellen ein merkwürdig gequetschtes Aussehen erhalten. Anschließend an die Steinzellenschicht folgt das innere Samenhäutchen, bestehend aus 60 μ großen, derbwandigen Zellen, die mit braunem Farbstoff erfüllt sind. Auf diese folgt ein dünnes, scheinbar aus ganz deformierten, flachen Tafelzellen bestehendes Häutchen, der Nuzellarrest. Die Lumina dieser Zellen erscheinen durch dünne, dunkle Striche angedeutet; die Zellen geben die reine Zellulosereaktion. Intraseminale Gefäße fehlen.

Das Endosperm besteht aus kleinen, 20—30 μ großen, runden Zellen, die ziemlich dickwandig und mit Aleuron und Öl erfüllt sind. Außerdem ist in jeder Zelle eine Kristalldruse aus oxalsaurem Kalk mit radialer Struktur vorhanden. Die Aleuronkörner sind ca. 2 μ , die Kristalldrusen 5 μ groß.

Sapium sebiferum (L.) Roxb. (Abb. IV.)

Der Samen dieser Art ist glatt, weich, gelblichweiß, ca. 1 cm lang und $\frac{3}{4}$ cm dick, von kaffeebohnenähnlicher Gestalt. Eine ca. 400—550 μ dicke, fleischige Schicht umgibt die harte Samenschale.

Die Epidermis ist nicht sonderlich unterschieden von dem übrigen, ihr folgenden, parenchymatischen Zwischengewebe. Die Zellen sind groß, ungefähr 20—70 μ im Längs-Durchmesser, rundlich oder ellipsoidisch, starkwandig, getüpfelt, mit Fetttropfchen als Inhalt. Gegen das Sameninnere zu werden die Zellen meist kleiner und flacher. An diese Schichte anschließend, folgt, wie normal, die Prismenzellenschicht, die aber nicht überall deutlich sichtbar wird. In der Raphegegend ist sie, wie gewöhnlich, am besten zu beobachten. Die Zellen sind 15—20 μ hoch (der in der Abbildung wiedergegebene Schnitt wurde vorerst mit Chromsäure behandelt, wodurch alle Zellwände dünner erscheinen). Die folgende Sklereidenschicht ist wieder in typischer Ausbildung vorhanden; die Länge der einzelnen Zellen ist ca. 400 μ , die Dicke 5—16 μ . Der Querschnitt zeigt das ziemlich breite Lumen besonders deutlich. Anschließend an die Sklereidenschicht folgt das innere Samenhäutchen, dessen Ausbildung bei *Sapium sebiferum* eine ganz besondere ist, indem das Häutchen nur ungefähr zwei Drittel der Innenseite (u. zw. im oberen Teil) der harten Schale bedeckt und dann ganz plötzlich abbricht. Von dieser Stelle an bis zur Chalazagegend liegt die Sklereidenschicht dem Endosperm des Samens unmittelbar an. Letzteres zeigt eine deutliche Kutikularreaktion. Die Nährschicht (das innere Samenhäutchen mitsamt dem eventuell vorhandenen Nuzellarrest) ist an dieser Stelle scheinbar restlos resorbiert worden. Das Häutchen selbst besteht aus mehreren Lagen rundlicher Zellen, die der harten Schale benachbart liegen und ein bis zwei (?) Schichten mehr kubischer Zellen, die die charakteristischen, streifenförmigen Verdickungsleisten (wie bei *Aleurites* etc.) sehr schön zeigen. In diese Zellen ist ein gelbbrauner Farbstoff eingelagert. Alle diese Schichten scheinen dem Innenintegument anzugehören; die zuletzt erwähnte wird mit der Innenepidermis derselben zu identifizieren sein. Ein Nuzellarrest ist nicht zu konstatieren. Intraseminale Gefäße fehlen.

In der Chalazagegend findet man am Endosperm eine Einbuchtung, in welcher eine Korkplatte von fast kreisrunder Form und grauer Farbe liegt. Die Dicke dieser Platte ist ca. 500 μ . Die äußersten Zellen sind quergestreckt, korkzellenartig, braun gefärbt, 4—6 μ breit, 20 μ lang; darauf folgen aus 15—30 μ großen, parenchymatischen Zellen bestehende Schichten, deren Zellen zum Teil mit braunem Farbstoff erfüllt sind. Eingelagert in diese Schichten finden sich Gefäßbündel, aus

10 μ dicken, meist einfachen, seltener verzweigten Schraubengefäßen bestehend. Auf diese Gefäßbündel folgen wieder parenchymatische Zelllagen, im ganzen gegen 30, an der dicksten Stelle der Platte, die aus immer kleiner werdenden Zellen bestehen und auch immer mehr Farbstoff eingelagert enthalten. Ganz unvermittelt geht dieses Parenchym in ein kollabiertes Gewebe über, welches an das Endosperm unmittelbar anschließt. Hebt man das braungraue Korkplättchen ab, so trennt es sich leicht vom Endosperm, u. zw. dort, wo das erwähnte, kollabierete Gewebe beginnt; dieses selbst bleibt fest am Endosperm haften. Die Gefäßbündel durchziehen das Plättchen der Länge nach, reichen aber nirgends in dieses Gewebe hinein.

Das Endosperm besteht aus 25—60 μ großen, meist kubischen Zellen, die mit Aleuron und Fett erfüllt sind. Das Öl ist trocknend. Die Zellen der Keimblätter sind etwas kleiner und gleichfalls mit Aleuron und Fett erfüllt. Der Zellkern ist meist recht deutlich zu sehen, andere Inhaltsstoffe sind nicht wahrnehmbar. Die beiden Keimblätter haben laubblattartige Gestalt und erreichen fast die Längenausdehnung des Endosperms.

Jatropha curcas L. (Abb. V.)

Die Samen haben eine bohnenähnliche Gestalt, sind ca. 2—3 cm lang, 1—1.5 cm dick, von braunschwarzer Farbe.

Die Epidermis besteht aus palisadenartig verlängerten Zellen, die zum größten Teile mit einem dunkelbraunen Farbstoff erfüllt sind; am oberen Ende sind sie stark verdickt, im Durchschnitt sind sie 70 μ lang und 14—25 μ breit. Auf die Epidermis folgt eine aus verhältnismäßig dickwandigen, parenchymatischen Zellen bestehende Zwischenschicht mit meist 3—5 Lagen rundlicher, ca. 14 μ breiter und 30 μ langer Zellen. Die nächste Schicht ist die Prismenzellenschicht mit zartwandigen, 14 μ breiten Zellen. Die Zellen der folgenden Palisadensklereidenschicht sind 350 μ lang, meist knieförmig gebogen, hellbraun, schmal (nur 8—9 μ breit) und mit einem feinen Lumen versehen. Das innerhalb der Steinzellenschicht gelegene Samenhäutchen besteht aus großen, wellenförmig verdickten Zellen. Ihnen angelagert, aber schon zwischen den weiter unten erwähnten, zusammengefallenen Zellen des Nuzellarrestes liegend, finden sich intraseminale Gefäße in großer Zahl, zu starken Bündeln vereinigt. Die einzelnen Schraubengefäße sind ca. 5—20 μ im Durchmesser. Gegen das Endosperm folgt eine Schicht eng aneinanderliegender, stark zusammengepreßter Zellen ohne irgendein sichtbares Lumen, der Nuzellarrest.

Die anatomischen Verhältnisse des Endosperms und des Embryos sind analog den übrigen Euphorbiaceensamen.

***Hevea guyanensis* Aubl.** (*Siphonia elastica* Pers.) (Abb. VI.)

Die Epidermis besteht aus ca. 30—45 μ großen Zellen; stellenweise ist braunes Pigment in diese Zellen eingelagert, wodurch die Oberhaut das bekannte, übrigens bei vielen Euphorbiaceen-Samen auftretende, gefleckte Aussehen erhält. Unter der Epidermis befindet sich eine Lage sehr flacher, polyedrischer Zellen, die Prismenzellschicht, deutlich meist nur an einem senkrecht zu einem Samenradius geführten Schnitt zu sehen, woselbst die regelmäßige Sechsecke bilden, ziemlich starkwandigen Zellen auffallen. Der Durchmesser derselben ist ca. 40 μ . (Im Samen-Querschnitt sieht es aus, als ob die Epidermis direkt der Sklereidschicht aufsitzen würde.) Längs des Funiculus ist die Ausbildung etwas verschieden: Auf die Epidermis folgt eine Parenchymzellschicht mit zahlreichen Schraubengefäßen zwischen den einzelnen, mit Farbstoff gefüllten Zellen. Auf diese parenchymatischen Zellen folgt (unmittelbar vor den Steinzellen) eine Schicht sechseckiger, aber stark verholzter Zellen, die in ihrem Äußeren wenig oder gar nicht an jene oben besprochenen Prismenzellen erinnern. Nichtsdestoweniger handelt es sich aber doch um die gleiche Schicht wie oben, nämlich um die Innenepidermis des Außeninteguments. Gegen den Funiculus zu werden diese Zellen immer größer, es scheinen sogar mehrere Lagen vorhanden zu sein, wenn diese Annahme nicht auf einem Beobachtungsfehler beruht, dadurch hervorgerufen, daß durch eine nicht genau orientierte Schnittführung mehrere parallel liegende Zellen schiefgeschnitten wurden. In der entgegengesetzten Richtung, vom Funiculus weg, werden die Zellen immer kleiner, bis sie plötzlich aufhören. Die Palisadensklereidschicht ist verholzt und besteht aus bis 1 mm langen, 8—14 μ breiten Steinzellen mit einem schmalen Lumen. Von diesem führen zu den Seitenwänden feine Porenkanäle, durch welche die einzelnen Zellen untereinander in Verbindung stehen. Das auf die Sklereidschicht folgende innere Samenhäutchen gliedert sich wieder in die aus großen, leicht entfaltbaren Zellen bestehenden Lagen, die zum Innenintegument gehören, und in den Nuzellarrest, zusammengesetzt aus stark gepreßten, aber doch noch entfaltbaren Zellen ohne merkbaren Inhalt. Intraseminale Gefäße fehlen.

Endosperm und Embryo bieten nichts wesentlich Neues.

***Manihot utillissima* Pohl.** (Abb. VII.)

Die Epidermis besteht aus ca. 40 μ langen, 14 μ breiten Palisadenzellen, die streckenweise mit braunen Farbstoffkörnchen erfüllt, stellenweise wieder ohne Farbstoff sind, wodurch das gesprenkelte Aussehen des Samens hervorgerufen wird. Auf die Epidermis folgt eine

parenchymatische Zwischenschicht, aus 7—15 Zellreihen bestehend. Die einzelnen Zellen sind flach, zu den Epidermiszellen quergestellt, scheinbar inhaltslos; sie haben ziemlich dicke Zellwände und messen 15—30 μ im Durchmesser. Unmittelbar auf diese Schicht folgt die Prismenzellenschicht mit langen, schmalen, dünnwandigen Zellen, im Mittel 100 μ lang, 14 μ breit. Die folgende Sklereidenschicht besteht aus einer Schicht 0·7—1·7 mm langer, 15 μ breiter, verholzter Zellen, die durch einen braungelben Farbstoff gefärbt erscheinen. Die einzelnen Zellen sind etwas gebogen und mit langem, schmalen Lumen versehen. Porenkanäle durchziehen die Sklereiden in der Querrichtung, die Verbindung herstellend. Das innere Samenhäutchen gehört wieder zum Teil dem Innenintegument, zum Teil dem Nuzellus an. Die zu ersterem gehörigen Zellreihen sind zusammen ca. 60—90 μ breit, die einzelnen Zellen haben 25 μ im Durchmesser und sind leicht entfaltbar. Der andere zum Nuzellarrest gehörige Teil besteht aus gänzlich zusammengefallenen Zellen, das Lumen ist nur mehr als Strich erkennbar; sie sind nicht entfaltbar. Intraseminale Gefäße fehlen.

An diese Schicht schließt sich das Endosperm an; große, polyedrische Zellen, meist 20—40 μ groß, mit Aleuronkörnern und Fett erfüllt, kubische Oxalatkristalle enthaltend, sind auch bei dieser Art das Charakteristikum dieses Teiles des Samenkerns. Der Embryo zeigt nichts wesentlich Verschiedenes.

Mercurialis perennis L. (Abb. VIII.)

Die Epidermis besteht aus sehr großen, gestreckten, aber flachen Zellen (bis 260 μ lang, 10—15 μ breit und bis 14 μ hoch). Sie sind ohne färbigen Inhalt, daher weißlich erscheinend; öfters bemerkt man jedoch körnige Inhaltsstoffe, welche dem Bild ein ganz eigenartiges Gepräge verleihen. Das granuliert Aussehen rührt von der höckerigen Oberfläche der Sklerenchymzellen, wie sie ganz ähnlich bei *Euphorbia myrsinitis* gestaltet sind, her. Unter der Epidermis liegt eine aus großen, parenchymatischen Zellen bestehende Zwischenschicht, an manchen Stellen mit zahlreichen, aus einfachen Schraubengefäßen zusammengesetzten Gefäßbündeln durchzogen. Die Zellen dieser Schicht sind ganz unregelmäßig gebaut und sehr verschieden groß (10—60 μ Durchmesser). Die folgende Schicht ist die wieder recht charakteristisch ausgebildete Prismenzellenschicht. Im Querschnitt haben die Zellen derselben eine etwas unregelmäßig sechseckige Form, sind prismatisch, mit wenig verdickter Wand, 14—28 μ breit und ca. 30 μ hoch, unverholzt, leicht zusammenknickend. Die Sklereidenschicht besteht aus stark verholzten, meist knieförmig gebogenen, im Querschnitt polygonalen, mit

schmalen Lumen versehenen, 5—10 μ breiten und 80—200 μ langen Steinzellen. Dieser große Längenunterschied bedingt das oben erwähnte höckerige Aussehen der Samenoberfläche. Das innere Samenhäutchen ist am reifen Samen nur sehr schwer beobachtbar. Die Gesamthöhe ist bis 40 μ ; es besteht aus recht verschieden großen, sehr dünnwandigen Zellen. Inhaltkörper sind keine zu beobachten, ebensowenig intraseminale Gefäße. Der Nuzellarrest ist nicht deutlich abgeschieden.

Endosperm und besonders der Embryo sind mächtig entwickelt, im übrigen aber nichts wesentlich Verschiedenes zeigend.

Dem Verfasser dieser Zeilen ist es nicht entgangen, daß bei einigen Arten die Herkunft mancher Schicht etwas zweifelhaft erscheinen mag; es ist ein Bedürfnis, die Entwicklung der Samen anatomisch festzuhalten, um einwandfrei jede Schicht als das anzusprechen, was sie in Wirklichkeit ist. Der Umstand aber, daß fast alle Euphorbiaceen, die für den Handel von irgendeiner Bedeutung sind, tropische Arten sind, wie ja überhaupt die ganze Familie der Mehrzahl ihrer Gattungen nach den wärmeren Klimaten angehört, macht es begreiflich, daß die Schwierigkeiten, die sich einer derartigen Untersuchung in den Weg stellen, sehr groß sind; zur Verwendung am heimischen Platz und demgemäß zur Einfuhr gelangen nur reife Samen, also sind diese auch vorläufig das einzige einer Untersuchung zur Verfügung stehende Material.

Vergleicht man die vorhergehenden anatomischen Beschreibungen der reifen Samen der einzelnen Arten, so kommt man zu dem Ergebnis, daß die Unterschiede im Bau keine wesentlichen sind. Es wird daher dasselbe mit Recht auch von der Entwicklung angenommen werden können. So wurde also als Vergleichsobjekt für eine Untersuchung der verschiedenen Entwicklungsstadien eine halbwegs geeignete Art gewählt und in *Euphorbia Myrsinites* L. (Abb. IX), die im botanischen Garten der Wiener Universität kultiviert wird, gefunden¹⁾.

Vorausgeschickt muß gleich hier werden, daß ein wichtiger Unterschied zwischen den einzelnen Arten in dem Besitz von, bzw. Mangel an intraseminalen Gefäßen liegt. *Aleurites*, *Croton* und *Jatropha* besitzen solche, alle übrigen hier untersuchten Gattungen nicht, sondern bloß Ausstrahlungen, die von einem bis in die Chalaza reichenden Funicular-

¹⁾ Da uns für die genannten Zwecke bloß die anatomische Seite interessiert, soll auf die Entwicklung der Samenanlage selbst nicht eingegangen werden, sondern nur auf das Festhalten anatomischer Einzelheiten Rücksicht genommen werden.

gefäßbündel herkommen, die aber über die Chalaza nicht hinausreichen. Auch bei *Ricinus* ist dies der Fall, denn obwohl das Gefäßbündelnetz den Samenkern zu mehr als zwei Dritteln bedeckt, haben wir es hier nicht mit echten intraseminalen Gefäßen zu tun, da das Gewebe, welches diese Gefäße umschließt, kein Nuzellargewebe ist, sondern — nach Schlotterbeck — eine Chalazawucherung.

Zur Erreichung einer größeren Anschaulichkeit sind drei verschiedene alte Entwicklungsstufen herausgegriffen worden.

Das erste Stadium (vgl. Abb. IX A) zeigt die Samenanlage bereits ziemlich weit entwickelt, bestehend aus zwei Integumenten und dem Nuzellus.

Das äußere Integument besteht aus vier ungefähr gleichartigen Schichten kubischer Zellen, die untereinander keine größeren Unterschiede aufweisen, außer in der Chalazagegend, wo die Zellen der Innenepidermis des Außeninteguments etwas gestreckt erscheinen.

Das Innenintegument beginnt mit der Palisadenschicht (der zukünftigen Steinschale), deren einzelne Zellen vorerst nur etwa den fünf- bis achtfachen Dickendurchmesser als Länge aufweisen. Sie sind in diesem Stadium noch nicht gefärbt. Anschließend an die Palisadenschicht folgt ein lockeres Gewebe größerer Zellen, die reichlich Lufträume zwischen sich enthalten. Es sind die Zellen des zukünftigen inneren Samenhäutchens. Nach innen zu folgt keine weitere abweichend gebaute Zelllage, bloß die Grenzschicht gegen den Nuzellus zu, also die Innenepidermis des Inneninteguments, ist aus etwas kleineren Zellen gebaut, wie auch die erste, den Palisadenzellen benachbarte Reihe.

Der Nuzellus, durch eine mit Sudan III leicht färbbare Kutikula abgegrenzt, besteht aus ungemein großen, eng aneinanderschließenden Zellen.

Die beiden Integumente durchbrechend und bis in die Chalaza hineinreichend, findet sich ein zartes, dem Funiculus entstammendes Gefäßbündel (vgl. Abb. IX B), das an der Grenze des Nuzellus becherförmig nach mehreren Richtungen hin ausstrahlt (fünf derartige Ausstrahlungen wurden gezählt).

In einem zweiten Stadium verbleibt das äußere Integument bei seinen vier Zellagen und wird dem immer mächtiger werdenden Innenintegument gegenüber unscheinbar.

Die Palisadenzellen des Inneninteguments strecken sich bedeutend in der Längsrichtung und schließen die Mikropyle. Die übrigen Zellen des Inneninteguments (Parenchym) zeigen keine wesentliche Änderung.

Der Nuzellus wächst ebenfalls bedeutend; in den sehr großen, dünnwandigen Zellen finden sich einige wenige Stärkekörner von sichelförmiger Gestalt.

Endosperm ist noch keines gebildet.

Ein weiteres, drittes Stadium zeigt, wie mit fortschreitender Entwicklung sich zunächst die Form des ganzen Samens ändert, u. zw. derart, daß die bisher elliptische Umgrenzungskurve eines medianen Längsschnittes in eine solche mit zahlreichen Höckerbildungen umgeändert erscheint. Hervorgerufen wird diese Art der Bildung nicht etwa durch eine Verschiedenartigkeit in der Längsausdehnung der einzelnen Epidermiszellen, sondern durch eine solche der Sklereiden, die sich nach außen (nicht auch nach innen) ziemlich regelmäßig mehr, bzw. weniger strecken, wodurch die Höckerbildung entsteht.

Das Außenintegument bleibt weiterhin auf seine vier Zellagen mit unverändertem Aussehen beschränkt.

An die Sklereiden anschließend, folgen die Zellen des lockeren Parenchymgewebes, die mit eigentümlich geformten Inhaltskörpern versehen sind (sie finden sich an entsprechender Stelle bei vielen Euphorbiaceen-Samen und bestehen nach Wichmann und Schlotterbeck aus plasmatischer Grundsubstanz und oxalsaurem Kalk). Die Zellen der innersten Reihe (Innenepidermis), deren abweichendes Aussehen bereits betont wurde, erhalten nun merkwürdig streifenförmig verdickte Wände (auch diese Erscheinung findet sich bei vielen anderen Euphorbiaceen-Gattungen, wie *Aleurites*, *Sapium* etc.).

Der Nuzellus wird im Laufe der Entwicklung von dem wachsenden Endosperm verdrängt. Die Zellen des Nuzellus werden zum Teil resorbiert, zum anderen Teil gedrückt und flach an die Zellen des Inneninteguments angepreßt, dabei auch zerrissen, so daß die scharfe Umgrenzung verloren geht; eine Kutikula ist nicht mehr wahrnehmbar (vielleicht aber rühren die stellenweise erzeugbaren Färbungsreaktionen von einer zerrissenen Kutikula her).

In diesem vorgeschrittenen Stadium ist das Endosperm bereits recht deutlich wahrnehmbar. Es besteht aus zahlreichen, fünf- bis sechseckigen, gegen den Rand zu mehr abgerundeten Zellen, anfänglich ohne deutlich erkennbaren Inhalt, später reichlich mit Aleuronkörnern, in Öl eingebettet, erfüllt.

Am fast reifen Samen erst beginnt die Palisadensklereidenschicht durch starke Verholzung und Farbstoffbildung hart und braun zu werden, welche Farbe dann auch durch die wenigen Zellagen des äußeren Integuments hindurchscheint und den reifen Samen braun erscheinen läßt. (Der Farbstoff wird durch Lauge rot gefärbt.)

Eine weitere, größere Veränderung an den verschiedenen Samenschichten tritt dann nicht mehr ein; die erreichte Maximalgröße ist 3·5—4 mm.

Die Kenntnis der anatomischen Verhältnisse während des Wachstums des Samens von *Euphorbia Myrsinites* und die anatomischen Untersuchungen der Samen mehrerer anderer Euphorbiaceen-Gattungen ermöglichen es nun, eine Reihe von Ergebnissen dieser Untersuchungen durch Analogieschlüsse auf die gesamte Familie zu übertragen; es erscheint dabei folgendes feststehend: Die Samenanlage der *Euphorbiaceae* besitzt zwei Integumente. Das Außenintegument ist zwei- (*Hevea*, *Croton*, *Phyllanthus*), vier- (*Euph. myrs.*), sechs- oder mehrschichtig (*Aleurites*). Die Epidermis kann manchmal in eine Schleimepidermis (*Aleurites*) umgewandelt ein. Die Innenepidermis des Außeninteguments¹⁾ ist fast durchwegs charakteristisch geformt und ist die Prismenzellschicht (Wichmann) bei *Ricinus*, *Aleurites* etc., die manchmal auch noch verkalkt ist (*Joannesia*, *Aleurites*). Alle diese Schichten, also die Gesamtheit der aus dem Außenintegument hervorgegangenen Zellagen, sind am reifen Samen vieler Arten wegen ihrer Sprödigkeit abgewetzt, und daher an diesen selten zu beobachten.

Mit der folgenden Schicht, d. i. mit der Palisadensklereidschicht, beginnt das Innenintegument, das meist aus vielen Lagen besteht. Die Sklereidschicht selbst ist also die äußere Epidermis desselben und ist fast durchwegs einschichtig, bei *Phyllanthus* stellenweise zweischichtig und regelmäßig stark verholzt. Diese Schicht bildet die harte Steinschale der Euphorbiaceen-Samen. Die innerhalb der Sklereiden gelegenen Zellschichten bestehen meist aus großen, mit Inhaltskörpern versehenen Zellen, die sich leicht entfalten lassen. Sie bilden den einen Teil des zarten, inneren Samenhäutchens. Die letzte, dem Innenintegument angehörige Schicht, also dessen Innenepidermis, ist öfters durch streifenförmige Verdickungsleisten charakterisiert (*Sapium*, *Aleurites*). Diese Zellagen sind zumeist auch noch am reifen Samen vom Nuzellarrest recht deutlich zu unterscheiden. Dieser besteht fast durchwegs aus tafelförmigen (d. h. flach zusammengedrückten) Zellen, in welchen meist keine Inhaltsstoffe mehr nachweisbar sind; sie sind stark obliteriert, nicht mehr oder nur schwer und unvollkommen entfaltbar und zeigen das Lumen nur mehr strichförmig. Der Nuzellarrest bildet den anderen Teil des zarten Häutchens innerhalb der Steinschale. An der Grenze zwischen Nuzellarrest und Innenintegument, aber zwischen Zellen des

¹⁾ Diese charakteristische innerste Zellage des Außeninteguments hat einen eigenen Namen bekommen. Wichmann nennt sie wegen der Prismengestalt ihrer Zellen Prismenschicht. Der Name stimmt zwar für die von ihm untersuchte Art *Aleurites triloba* sehr gut, aber nicht für alle Euphorbiaceen-Arten. Die zweite Eigenschaft, öfters verkalkt aufzutreten, hat F. Netolitzky veranlaßt, diese Schicht Karbonatschicht zu nennen; sie möge den ersten, für eine größere Zahl von Fällen passenden Namen beibehalten.

Nuzellus liegend, finden sich oft zahlreiche intraseminale Gefäße (*Aleurites*, *Jatropha* etc.), einem Gefäßbündel entstammend, das, als geschlossener Strang aus dem Funiculus kommend, beide Integumente durchbricht, bis in die Chalaza aber geschlossen bleibt und von dort, nach allen Richtungen hin ausstrahlend, den ganzen Samenkern netzförmig umgibt. Meist jedoch findet eine derartig umfangreiche Ausbreitung nicht statt, sondern das eintretende Gefäßbündel strahlt nach mehreren Richtungen nur kurz aus. Bei *Euphorbia* und vielen anderen Gattungen ist dies letztere der Fall.

Eine Kutikula der Integumente ist nie zu beobachten, aus welchem Grunde eine Abgrenzung der den einzelnen Integumenten angehörenden Anteile nur durch Vergleich mit früheren Entwicklungsstufen der Samenanlage durchführbar erscheint.

Die Zellen des Endosperms und des Embryos sind bei allen hier untersuchten Samen ziemlich gleichartig; bei einzelnen Arten finden sich reichlich Kristalldrüsen in den Endospermzellen. Der übrige Inhalt ist Öl und Aleuron, letzteres von typischem Aussehen (*Ricinus*). Die Form des Endosperms schließt sich immer eng an die durch die Steinschale bedingte Form des Samens an, während der Embryo in seiner Gestalt wechselt, meist aber blattförmig, selten walzenförmig erscheint.

Vollständig aufgeklärt erscheinen also sämtliche Schichten des Außeninteguments, zu welchem alle Schichten bis zur harten Steinschale gehören. Im einfachsten Falle besteht diese Schicht aus nur zwei Zelllagen, der Außen- und der Innenepidermis des Außeninteguments. Weiterhin geklärt ist das Wesen der Sklereidschicht, welche die Außenepidermis des Inneninteguments vorstellt. Die innerhalb dieser gelegenen Schichten sind öfters zumindest fraglich. Auf jeden Fall entwickelt das Innenintegument mindestens noch eine Lage von Zellen als Innenepidermis, meist jedoch sind noch eine sehr große Anzahl von parenchymatischen Zellagen zwischen die beiden Epidermen eingelagert, die dann durch das Wachstum des Endosperms vielfach zerdrückt werden und mit den ebenfalls stark obliterierten Resten des Nuzellus ein nicht leicht entwirrbares Chaos bilden, das als zartes, inneres Samenhäutchen erscheint (Nährschicht!). Schlotterbeck hat gefunden, daß der Nuzellus der *Ricinus*-Samenanlage von der Chalaza (durch Wachstumshypertrophie letzterer) gegen die Mykropyle zu abgedrängt zuletzt vollständig vom Endosperm resorbiert wird. Dies scheint jedoch ein Ausnahmefall zu sein. Schon die zweite Euphorbiaceen-Art, deren Samen-anatomie Schlotterbeck wiedergibt, *Croton tiglium*, zeigt den Nuzellus, wenn auch in Form von stark zusammengedrückten Resten, erhalten. Im Falle der *Croton*-Samen, wie auch bei *Aleurites* und noch

C Sklereiden, von oben gesehen, mit Porenkanälen.

D " quer geschnitten, "

E Sklereidenschicht mit doppelter Zellage.

Abbildung IV (Tafel II). *Sapium sebiferum* (L.) Roxb.

A Schnitt durch den Samen. — *ft* Fetttröpfchen; übrige Bezeichnung wie oben.

B Querschnitt durch den Nuzellarrest.

C die Sklereidenschicht.

D " den Samen.

E " " " Samenkern. — *kpl* Korkplatte an demselben.

F Querschnitt durch die Korkplatte. — *end* Endosperm; *p* Parenchymschicht; *g* Gefäße; *kep* Korkepidermis.

Abbildung V (Tafel II). *Jatropha curcas* L.

A Schnitt durch den Samen. — *ig* intraseminale Gefäße; übrige Bezeichnung wie oben.

B Schiefer Schnitt durch die Samenschale. — Bezeichnung wie oben.

Abbildung VI (Tafel II und III). *Hevea guyanensis* Aubl.

A Schnitt durch die Samenschale. — Bezeichnung wie oben.

B Schnitt in der Raphegegend. — Bezeichnung wie oben.

C Querschnitt durch die Epidermis.

D Querschnitt durch die Prismenschicht.

E Ansicht der Sklereidenschicht von oben.

F Querschnitt durch die Sklereidenschicht.

Abbildung VII (Tafel III). *Manihot utilissima* Pohl.

A Schnitt durch den Samen. — Bezeichnung wie oben.

B Querschnitt durch die Epidermis. — *por* Poren.

C Querschnitt durch die parenchymatische Mittelschicht.

D Prismenschicht.

E Sklereidenschicht.

Abbildung VIII (Tafel III). *Mercurialis perennis* L.

A Schnitt durch den Samen. — Bezeichnung wie oben.

B Querschnitt durch die Epidermis.

C Prismenschicht.

D Sklereidenschicht.

Abbildung IX (Tafel IV). *Euphorbia myrsinites* L.

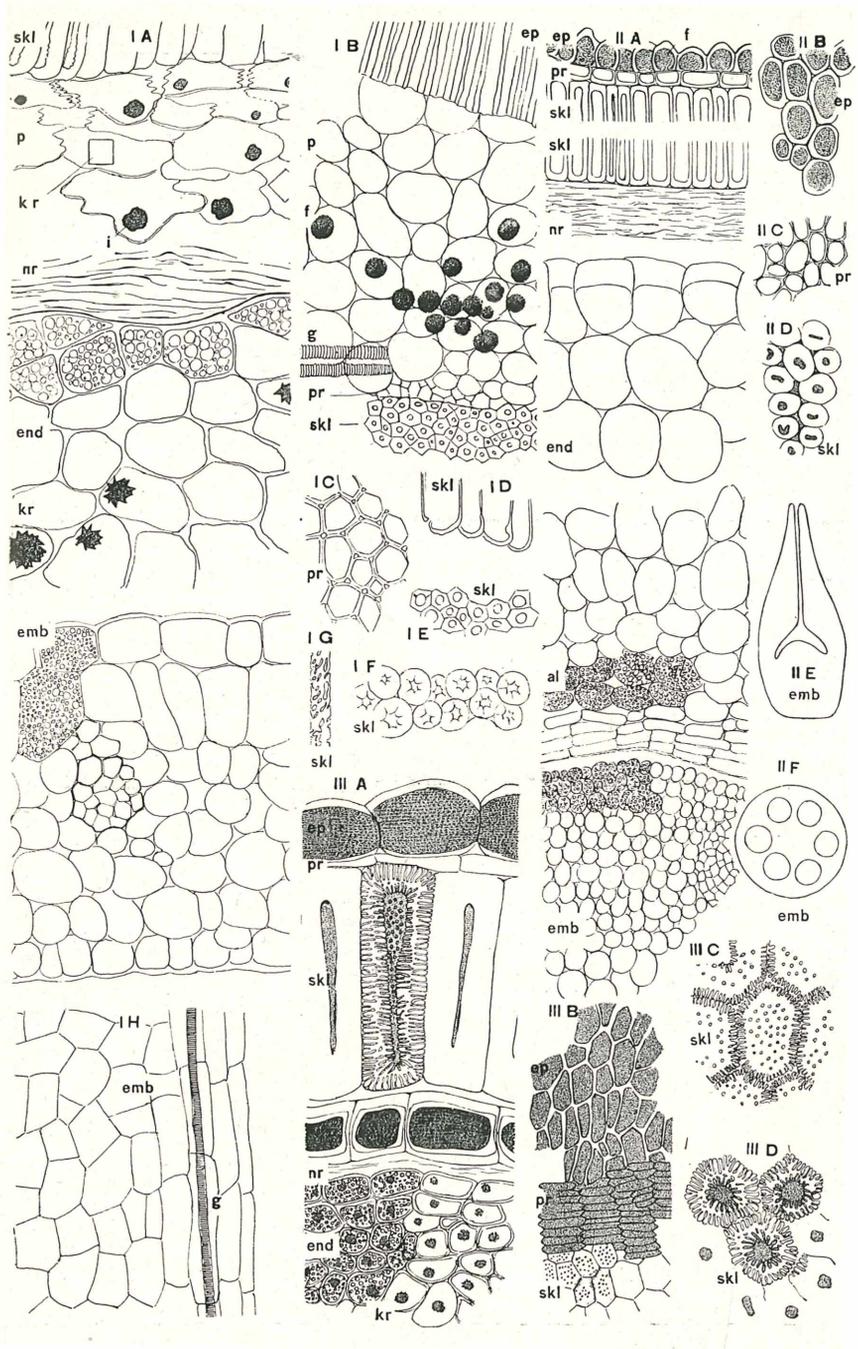
A Schnitt durch ein frühes Stadium des Samens. — *eint* äußeres Integument; *int* inneres Integument; *ep* Außenepidermis des Außeninteguments; *i ep* Innenepidermis desselben (= Prismenschicht); *ep₁* Außenepidermis des Inneninteguments; *i ep₁* Innenepidermis desselben; *nuc* Nuzellus.

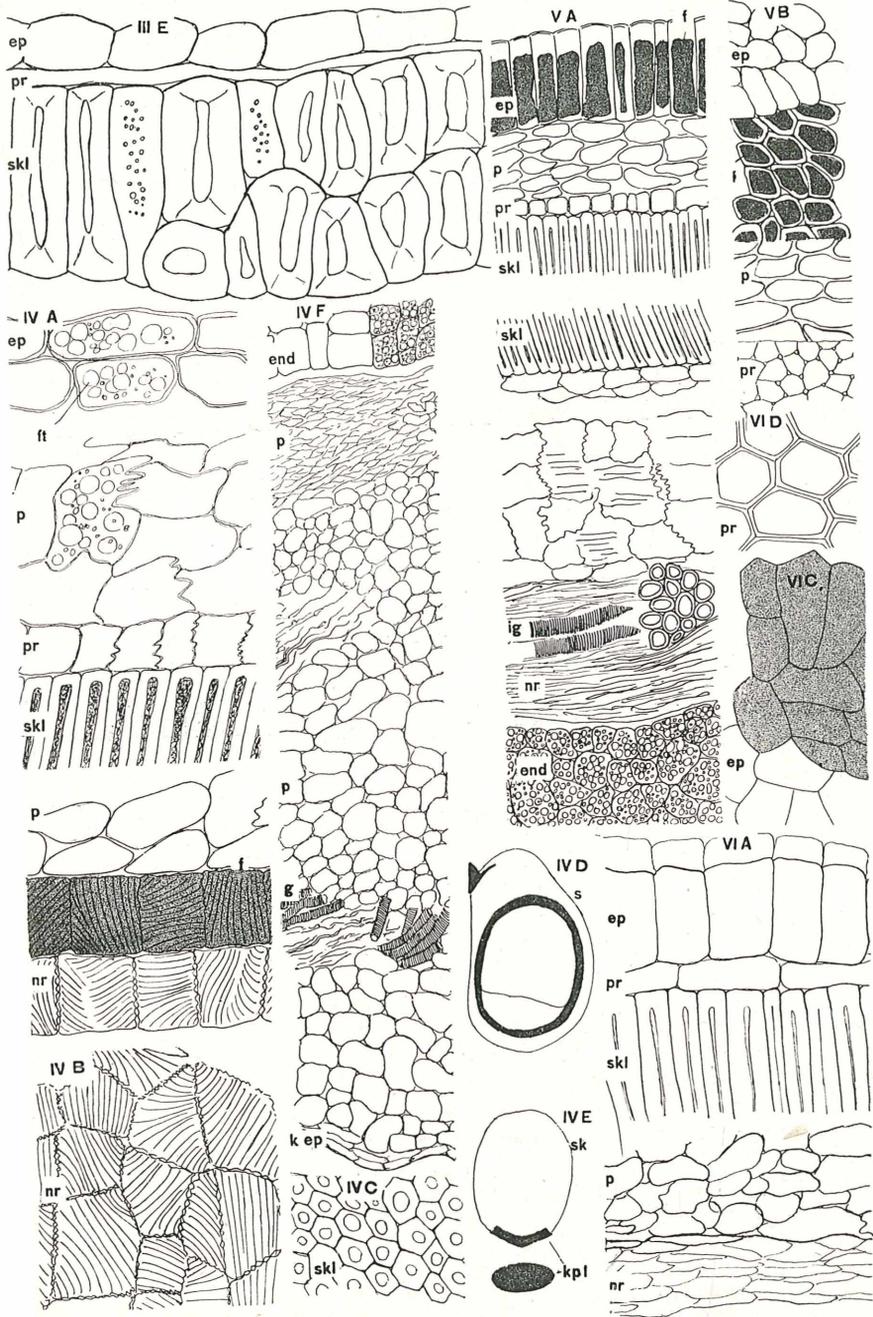
B Desgleichen; Elemente aus der Gegend der Mikropyle. — *g* Gefäße; *skl* Sklereidenschicht; *pr* Prismenschicht.

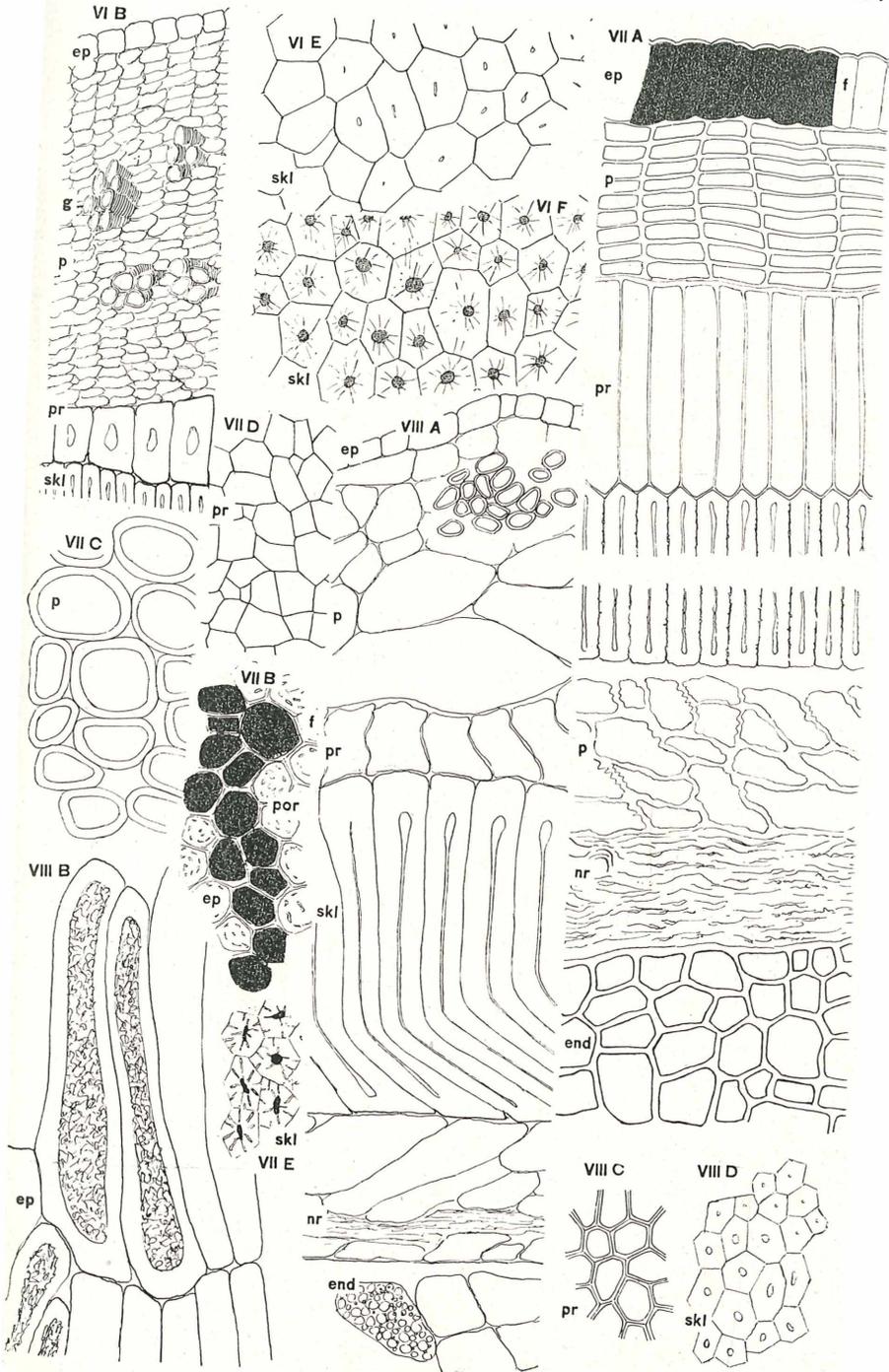
Abbildung X (Tafel IV). *Aleurites triloba* Forst.

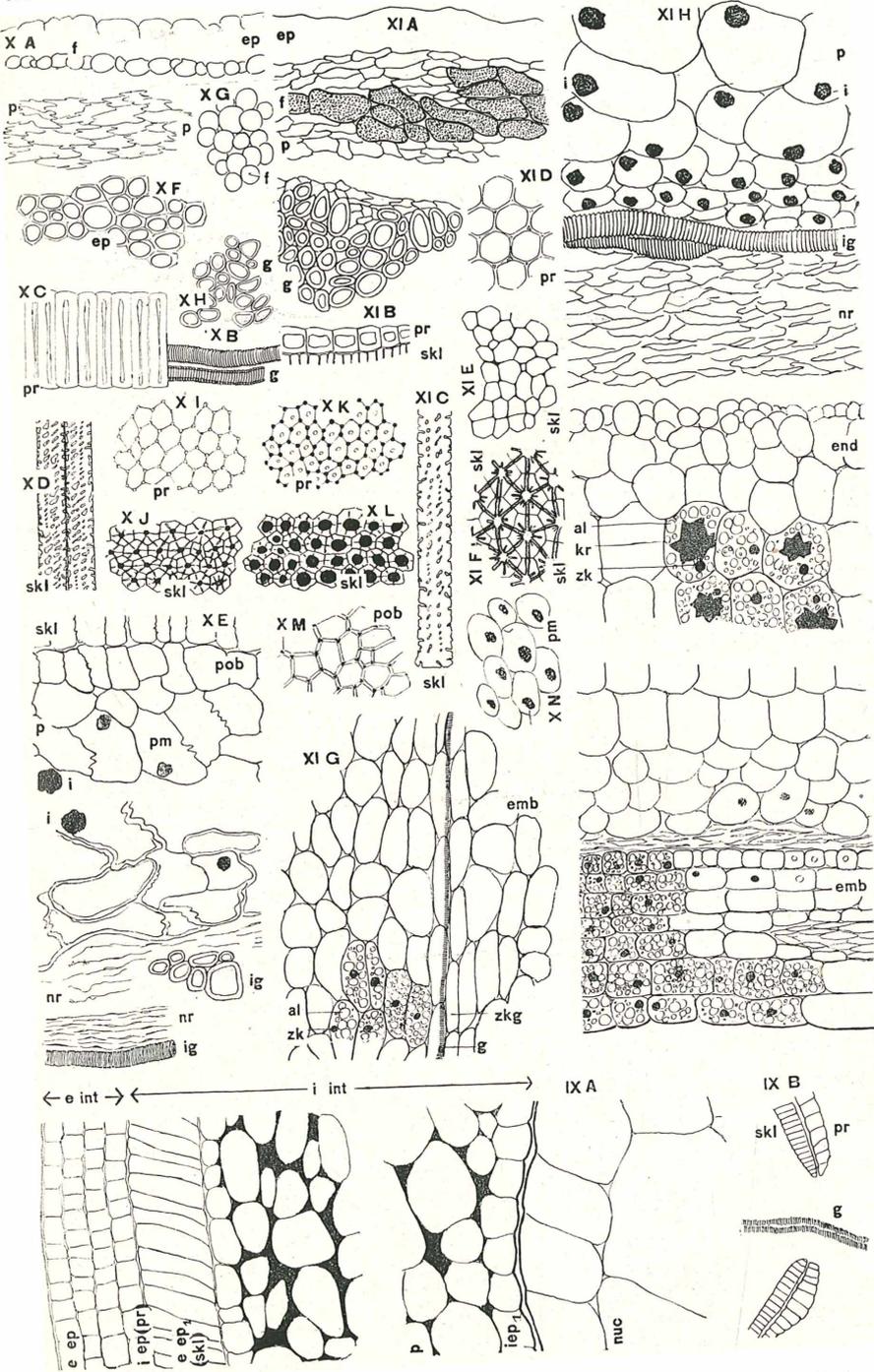
A Schnitt durch den Samen. — *ep* Schleimepidermis; *f* Farbstoffkügelchen; *p* parenchymatische Mittelschicht.

B Schraubengefäße.









ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: [075](#)

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

Artikel/Article: [Beitrag zur Kenntnis der Anatomie der Samen mehrerer Euphorbiaceen-Arten. 1-17](#)