



Ueber die Samenschale der Solanaceen.

Von

Carl Hartwich.

(Hierzu Tafel 5.)

Die Samenschale der Solanaceen gehört zu den verhältnismässig einfach gebauten. Das anatrophe Ovulum besitzt ein Integument, welches nach den vorliegenden Angaben 6—10 Zellreihen dick ist. Von diesen Zellreihen erfährt nur die äusserste, die Epidermis, eine besondere Ausbildung, während die übrigen, die die „Nährschicht“ bilden, im reifen Samen leer und so stark zusammengepresst sind, dass Details auch mit Hilfe von Quellungsmitteln schwer zu erkennen sind. Zwischen dieser Nährschicht und dem Endosperm liegt noch eine Lage von im Querschnitt gewöhnlich quadratischen Zellen, die dem Knospkern angehören. Da im Folgenden so gut wie ausschliesslich von der das Interesse allein in Anspruch nehmenden Epidermis die Rede sein wird, so sei hier gleich erwähnt, dass die Nährschicht im reifen Samen häufig verholzt, so bei *Physalis Alkekengi*, *Nicandra physaloides*, *Datura Stramonium*, *Datura Metel* etc. etc., seltener färbt sich auch das Gewebe des Knospkerns mit Phloroglucin und Salzsäure rot, so dass dann beide verholzt sind; ich habe das gefunden bei *Physalis Alkekengi*, *Solanum nigrum* und *Physalis somnifera* L. (*Withania*).

Da sich unter den Solanaceen eine Reihe wichtiger Arzneipflanzen befinden, so hat es nicht fehlen können, dass man dieselben und damit auch die Samen, die zuweilen sogar an den die Arzneiwirkung bedingenden Stoffen (Alkaloiden) besonders reich sind, wiederholentlich untersucht hat. Diese Untersuchungen haben meist die oft ausserordentlich charakteristischen Zellen der Epidermis ihrer Form nach geschildert, da sie sehr geeignet sind, die einzelnen Arten auch an kleinen Bruchstücken der Samen zu unterscheiden. Ich nenne von diesen Arbeiten die von Berg (Anatomischer Atlas zur pharmazeutischen Waarenkunde. Taf. XXXXVII), die betreffenden Abschnitte in der Real-Encyclopädie der gesamten Pharmacie, ferner aus neuester Zeit Planchon et Colin (Les drogues simples d'origine végétale, 1895, Tome I) und von nicht speciell pharmakognostischen Schriften Harz (Landwirtschaftliche Samenkunde). Diese Schriften enthalten meist nichts oder sehr wenig über die Entwicklungsgeschichte und über die feinere Beschaffenheit der Zellhäute, soweit sich dieselbe mit mikrochemischen Reaktionen feststellen lässt.

In eingehender Weise wird dann auch die Entwicklungsgeschichte der Samenschale behandelt von Lohde (Ueber die Entwicklungsgeschichte und den Bau einiger Samenschalen. Mitteilungen aus dem Gesamtgebiet der Botanik von Schenk und Luerssen. II. Bd. 1. Heft), wie auch Tschirch und Oesterle (Anatomischer Atlas der Pharmakognosie und Nahrungsmittelkunde, Taf. 4 und Taf. 39) die Entwicklungsgeschichte, bis jetzt bei Capsicum und Hyoscyamus, berücksichtigt haben.

Recht spärlich und wenig befriedigend sind bis jetzt die Angaben über die chemische Zusammensetzung der Wände der Epidermiszellen. Neben einigen Angaben bei Lohde und Tschirch, auf die im Folgenden bei Gelegenheit zurückzukommen sein wird, ist Folgendes zu erwähnen. Harz (Botanisches Zentralblatt 1885, Band XXIV, p. 90, Verholzungen bei höheren Pflanzen, speciell über das Vorkommen von Lignin in Samenschalen) hat Arten von Capsicum, Solanum und Nicotiana untersucht und sagt, dass die Wände der Epidermis verholzt seien. In der That zeigen diejenigen seiner Arten, die ich auch untersucht habe, weitgehende Verholzung. Tschirch und Oesterle haben l. c. gezeigt, dass die Zellwand bei Capsicum verholzt, bei Hyoscyamus unverholzt ist. Eine

eingehende Untersuchung speciell der Aussenwand der Epidermis bei Capsicum hat dann Hanausek (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1888) geliefert und auf deren interessanten Bau aufmerksam gemacht. Ich habe dann speciell Capsicum von neuem untersucht und die Ergebnisse dieser Untersuchung in einer kleinen Arbeit (Hartwich, über die Epidermis der Samenschale von Capsicum. Pharmazeutische Post. Wien 1894) niedergelegt, aus der u. A. hervorgeht, dass die Epidermiszellen und Samenschalen einen guten Anhaltspunkt geben um verschiedene Gruppen innerhalb der durch Kultur so veränderten Gattung zu unterscheiden. Eine Arbeit von de Toni und Paoletti (Beitrag zur Kenntnis des anatomischen Baues von Nicotiana Tabacum. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1891) berücksichtigt auch die Samenschale dieser Art, ohne Neues zu bringen.

Mit Bezug auf den soeben angedeuteten Punkt, dass die Samenschale bei Capsicum gute Anhaltspunkte bot zur Unterscheidung von Gruppen, möchte ich gleich vorweg hervorheben, dass, so ausgezeichnete Anhaltspunkte die Epidermis der Samenschale zur Bestimmung und Erkennung der einzelnen Arten bietet, doch eine Verwertung derselben zur systematischen Einteilung der Familie nicht möglich ist, da z. B. die verschiedensten Formen sich in der Gattung Solanum finden und andererseits fast dieselben Formen bei systematisch ziemlich weit von einander entfernten Arten wiederkehren. Ich muss danach aussprechen, dass ich die Angaben von Lohde, der, auf die Untersuchung einer verhältnismässig geringen Anzahl von Arten gestützt, glaubte, seine Ergebnisse systematisch verwerten zu können, nicht habe bestätigen können.

Ueber die Entwicklung der Epidermis der Samenschalen ist folgendes anzuführen: Schon in einem sehr frühzeitigen Stadium hebt sich die Epidermis des Integumentes durch die Grösse ihrer Zellen ab, dieselben beginnen bald, sich tangential zu vergrössern, dabei stark wellige Konturen zu erhalten und auf diese Weise mit den in einander greifenden Vorsprüngen eine besonders feste Verbindung unter einander zu erzielen. Die Verdickung der Zellwände geht erst viel später vor sich, wenn der Same ganz oder nahezu seine volle Grösse erreicht hat. Die Verdickung erstreckt sich im wesentlichen auf die Innenwand und die Seitenwände und zwar besonders auf die letzteren, während beim Ovulum und dem ganz jungen Samen gerade die Aussenwand verhältnismässig dick

ist. Nach Lohde (l. c. p. 60) ist anzunehmen, dass, wenn eine Verdickung der Aussenwand stattfindet, wie das z. B. bei *Datura* der Fall ist, diese zuerst beginnt und dass dann erst die Seitenwände und die Innenwand nachfolgen.

Der Grad der Verdickung der beiden letzteren kann ein sehr verschiedener sein. Im extremsten Fall ist die Verdickung so stark, dass, wenigstens beim trockenem reifen Samen, von einem Lumen überhaupt nichts mehr oder nur ein schmaler Spalt zu sehen ist, alles übrige ist von den Verdickungsschichten ausgefüllt. Es hat den Anschein, als wäre der zusammengepressten Nährschicht eine sehr dicke Membran aufgelagert, die sich in zwei Schichten, die Seiten- resp. Innenwand und die dünne Aussenwand mit der Cuticula der Epidermiszellen gliedert. Das findet sich besonders stark ausgeprägt bei *Lycium afrum* (Fig. 5). Ebenfalls gehört hierher *Solanum aculeatissimum*, dessen Samenschale ich aber, da sie nach einer andern Richtung abnorm ist, am Schlusse gesondert besprechen möchte.

Auf der andern Seite stehen solche Samen, bei denen die Verdickung eine möglichst unbedeutende ist. Ich nenne hier nach Harz (Samenkunde II, p. 999) *Solanum tuberosum*.

Zwischen diesen beiden Extremen kommt nun eine grosse Menge von Uebergängen vor, die man in zwei Gruppen bringen kann, erstens diejenigen, die im oberen Teil der Seitenwände keine Tüpfel bilden, und zweitens diejenigen, bei denen das der Fall ist.

Erste Gruppe: Die Verdickung der Seitenwände ist unten, also der Innenwand zugekehrt, gewöhnlich am stärksten und verläuft nach aussen mehr oder minder schroff, so bei *Physalis Alkekengi* (Fig. 6), wo der äusserste Teil der Seitenwand überhaupt nicht verdickt ist; ebenso ist es bei *Solanum dubium*, *Solanum hastifolium* Hochst. In einigen Fällen ist der untere stark verdickte Teil, wie im letztgenannten Fall, gegen den unverdickten sehr deutlich abgesetzt, die obere Partie der Seitenwand verdickt sich dann aber wieder mehr oder weniger erheblich nach oben, also gegen die Peripherie hin, so bei *Nicanandra physaloides* (Fig. 4) und *Solanum tomatillo*. (Die letzteren Samen stammen aus Früchten, die ich aus der chilenischen Droge *Natre* ausgelesen habe. Ich will nicht unterlassen, zu bemerken, dass auch andere Arten wie *S. tomatillo* diese Droge liefern sollen). Sonst sind die Seitenwände

in ihrer ganzen Ausdehnung verdickt und verschmälern sich entweder nach oben allmählich, so bei *Nicotiana rustica*, *Mandragora vernalis* (Fig. 3), *Solanum acutangulum* Priseo von Peru, *Browallia demissa* L., *Himeranthus magellanicus* Griseb., *Physalis somnifera* L. (Fig. 1), oder die Seitenwände sind in der Mitte etwas schmaler, werden dann aber nach oben wieder breiter, ein Typus, der sich von *Nicandra* und *Solanum tomatillo* eigentlich nur dadurch unterscheidet, dass eine starke Verdickung der Seitenwände bis oben hinauf reicht, so bei *Withania coagulans*. Bei *Physalis somnifera*, das eine nach oben etwas schwächer werdende Verdickung zeigt, und auch in einigen andern Fällen sind die Seitenwände oben etwas eingebuchtet (Fig. 1).

Die zweite Gruppe umfasst die zahlreichen Samen, die im oberen Teil der Seitenwände Tüpfelbildung zeigen. Die Entstehung der Tüpfel ist für *Datura Stramonium* von Lohde beschrieben. Wir finden in dieser Gruppe zahlreiche Formen und Uebergänge und nennen zunächst einige, bei denen es zur Bildung von Tüpfeln überhaupt nicht kommt. Bei einem *Solanum*, dessen Früchte ich aus der südamerikanischen Droge *Jurumbeba* ausgelesen habe, und das ich für *Solanum paniculatum* halte, sind die Zellen der Epidermis ziemlich stark radial gestreckt und bis auf $\frac{3}{4}$ ihrer Höhe schwach verdickt und verholzt. Dieser verdickte Teil nun setzt sich gegen den unverdickten nicht scharf ab, sondern verläuft in Form kurzer Spitzen in denselben (Fig. 7). Daran kann man anschliessen *Solanum Dulcamara*, das bereits von Lohde genannt wird. Hier umfasst die verdickte Partie etwa $\frac{3}{5}$ der Höhe und geht in Form schmaler Bänder, die sich nach oben zuspitzen, in die unverdickte hinein. Diese Bänder erreichen in den meisten Fällen die Aussenwand; man kann dann also schon von ganz flachen, schmalen Tüpfeln sprechen, in anderen Fällen aber sind sie zu Ende, bevor sie die Aussenwand erreicht haben (Fig. 8.).

Daran schliessen sich diejenigen Arten, bei denen die Bänder die Aussenwand in allen Fällen erreichen. Es entstehen hier verschiedene Formen, je nachdem die untere stark verdickte, oder die obere, tüpfelbildende Partie grösser ist. Die untere Partie ist viel grösser bei *Solanum stramonifolium* Jacq. von Ostindien (Fig. 10), *Solanum melongena*, *Solanum valdiviense* Miq., *Solanum adoense* Hochst. (Fig. 9), die obere ist grösser bei

Solanum nigrum, *Solanum plebejum* A. Rich. (Fig. 11). Für die meisten bisher angeführten Fälle ist es charakteristisch, dass der obere, tüpfelbildende Teil der Seitenwand immer ziemlich dünn bleibt.

Sind dagegen die Seitenwände stark verdickt, so entstehen hierdurch und durch den Umstand, dass, wie schon erwähnt, die Seitenwände reichlich wellig gebogen und in einander gekeilt sind, oft eigentümliche Bilder, so dass es auf dünnen Querschnitten durch den Samen, die nun tangentielle Längsschnitte der Seitenwand enthalten, aussieht, als zerteilte sich die kleinere oder grössere Partie der Seitenwand, die die Tüpfel enthält, in einzelne schmale Streifen und Bänder, wie von den schon genannten bei *Solanum adoëse* Hochst. (Fig. 9), *S. stramonifolium*, *S. plebejum* (Fig. 10, 11). Ist die obere, tüpfelbildende Partie sehr kurz, so sind die Verhältnisse noch schwieriger zu erkennen; es finden sich dann die Tüpfel als kleine, fast kugliche Höhlungen in der Seitenwand. Dahin gehören *Datura Stramonium*, *D. alba*, *D. ferox*, *D. Tatula*, *D. Metel* und auch *Capsicum*. Wie schon erwähnt, sind diese Tüpfel bei *Datura Stramonium* von Lohde eingehend beschrieben.

Die Innenwand nimmt ebenfalls an der Verdickung Teil. Sie zeigt in einigen Fällen, z. B. bei *Capsicum*, *Datura*, *Solanum hastifolium*, *S. Valdivianum*, *Physalis* etc. eine Eigentümlichkeit, die hervorgehoben werden muss. Sie verläuft in den genannten Fällen nicht gerade, sondern zeigt und zwar besonders auf den Flachseiten des Samens. Auftreibungen, die ihr ein höchst charakteristisches Ansehen verleihen. Moeller (Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel aus dem Pflanzenreiche, 1886, p. 247) hat das bei *Capsicum* beschrieben und diesen Zellen den ganz passenden Namen „Gekrösezellen“ gegeben. Tschirch beschreibt sie ebenfalls bei *Capsicum* und ist geneigt, die Verbiegungen etc. einem nachträglichen Flächenwachstum zuzuschreiben, welches eingetreten ist, nachdem die Membran bereits stark verdickt und verholzt war. Ich will darauf aufmerksam machen, dass nach Schellenberg (Beiträge zur Kenntnis der verholzten Zellmembran, 1895) die verholzte Membran ein Flächenwachstum nicht mehr zeigt. Nach meinen Beobachtungen kommt diese eigentümliche Erscheinung zu Stande durch die wellenförmige Verbiegung der

Seitenwände, die besonders im unteren Teile der Zellen eine sehr viel weitergehende, als im oberen ist (Fig. 15). Es entstehen so zahlreiche Zacken und Zähne, mit denen die Zellen in einander greifen und an denen sich die Membranen der benachbarten Zellen ausweichen müssen, was natürlich gegen das Lumen der Zellen hin stattfindet. Man kann an dünneren Schnitten leicht sehen, dass solche Auftreibungen, besonders wenn sie etwas stark sind, nicht der Zelle, die man durchschnitten hat, allein angehören, sondern dass der innere Teil der Auftreibung einem eindringenden Zahn oder Fortsatz einer benachbarten Zelle angehört. Natürlich sind solche reichlichen Verzahnungen benachbarter Zellen sehr geeignet, die Festigkeit der Samenschale zu erhöhen. Wir können nicht selten Aehnliches beobachten bei den sogenannten „Trägerzellen“ in der Samenschale vieler Leguminosen, die aber die reichlichen Verzahnungen nicht nur unten sondern auch oben zeigen (z. B. *Citrullus Colocynthis*).

Ueber die chemische Beschaffenheit der Wände der Epidermiszellen sind bisher, wie oben gesagt, nur vereinzelte Mitteilungen gemacht. Die Verhältnisse sind, wie man sehen wird, recht mannigfaltige. Ich bespreche zunächst kurz die Seitenwände und die Innenwand und zum Schlusse die besonders interessante Aussenwand, die ich bisher, da sie sich wenig verdickt, ganz übergangen habe.

In verhältnismässig wenig zahlreichen Fällen sind die Wände in der That völlig verholzt, ich habe in diesen Fällen eine Auskleidung der Zellen mit einer anderen Membran, wie sie von Tschirch für *Capsicum* als kutikularisiert angegeben wird, nicht immer wahrnehmen können. Ich will indessen gleich bemerken, dass, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, die innersten Teile der Membran oft von anderer Beschaffenheit sind als die übrigen. Ueber die Verholzung der Nährschicht und der Zellen des Knospenkerns habe ich schon Eingangs eine Bemerkung gemacht. Ich habe die Innen- resp. Seitenwand ganz verholzt gefunden bei *Nicandra physaloides*, *Nicotiana rustica*, *Solanum paniculatum*, *Lycium afrum*, *Solanum nigrum*, *S. stramonifolium*, *S. Valdiviense*, *S. adoëense*, *Capsicum*, *S. plebejum*. Hierzu ist aber zu bemerken, dass bei denjenigen Arten, die Tüpfelbildung zeigen, die Tüpfel nicht verholzt sind, sondern

aus Cellulose bestehen und dass bei dem von mir untersuchten Samen von *Solanum nigrum* und *S. plebejum* die Verholzung nur bis zu den Stellen reicht, wo die Tüpfelbildung beginnt (Fig. 11a--a'). Ich will bezüglich des letzteren Befundes darauf aufmerksam machen, dass ich in meiner oben citierten kleinen Arbeit über *Capsicum* zeigen konnte, dass bei unreifen Samen nur die untere Hälfte der Epidermiszellen verholzt ist, dass also anscheinend die Verholzung von unten nach oben, für den ganzen Samen also zentrifugal, fortschreitet, womit, wie man sehen wird, die Beobachtungen über die Verholzung der Aussenwand übereinstimmen. Vielleicht waren also die Samen der beiden *Solanum*-Arten nicht völlig reif. Die unverholzten, verdickten Streifen (Fig. a'—a'') bestehen aber bei *Solanum nigrum* nicht ausschliesslich aus Cellulose, sondern lassen mit Chlorzinkjod abwechselnd violette und gelbe Bänder erkennen. (Fig. 12.)

Bei folgenden Arten sind die Zellen in der That, wie es Tschirch anführt, von einer abweichenden Membran ausgekleidet, oder genauer gesagt, die Verholzung erstreckt sich nicht durch die ganze Dicke der Innen- und Seitenwand, indessen ist diese innerste Partie nicht verkorrt.

Bei *Physalis Alkekengi* wird der grösste Teil der Seiten- und Innenwände mit Chlorzinkjod gelbbraun, mit Phloroglucin und Salzsäure rot, ist also verholzt, eine zunächst an das Lumen grenzende dünne Partie wird nicht mit den zuletzt genannten Reagentien rot und mit Chlorzinkjod schmutzig blau, besteht also mindestens vorwiegend aus Cellulose. Bei *Datura alba*, auf die nachher bei Besprechung der Aussenwand noch genauer einzugehen ist, liegt die Sache ebenso, es sind hier auch die Seitenwände stark verholzt und die an das Lumen unmittelbar angrenzende Partie, die ziemlich dick ist, besteht aus Cellulose (Fig. 13. a.).

Bei *Solanum dubium* folgt nach innen auf die verholzte Partie eine schmale Membran, die mit Phloroglucin und Salzsäure nicht rot und mit Chlorzinkjod nicht blau wird, ich bin über ihren Charakter nicht recht ins Klare gekommen, jedenfalls spricht die geringe Resistenz gegen Chromsäure nicht für eine Cuticularisierung. Aehnlich scheint es bei *Solanum hastifolium* Hochst. zu liegen.

Diesen Fällen mit ausschliesslicher oder doch überwiegender Verholzung gegenüber stehen diejenigen, wo eine Verholzung überhaupt nicht nachzuweisen ist. Dahin gehört *Hyoscyamus niger*, *Bowallia demissa* L., *Himeranthus magellanicus* Griseb., *Solanum bifurcum* Hochst. In diesen Fällen habe ich eine besondere, die Zellen auskleidende Membran nicht konstatieren können. Sehr wahrscheinlich, wenn auch nicht ganz sicher, ist dies der Fall bei *Solanum acutangulum* Priseo. Man kann hier, besonders an Schnitten, die von den Seiten des Samens genommen sind, in den Seitenwänden drei Partien unterscheiden, eine innerste, intensiv braun gefärbte, darauf folgend die dickste Schicht, weniger braun, und endlich, das Lumen der Zellen auskleidend, eine helle Membran. Die ganze Wand wird mit Chlorzinkjod braun, mit Phloroglucin und Salzsäure nicht rot. Vielleicht waren die Samen nicht recht reif.

Wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, haben wir solche Membranen, die mit Jodreagentien gelb bis braun und mit Phloroglucin und Salzsäure nicht rot werden, als verkorkt zu bezeichnen.

Von besonderem Interesse sind dann einige Fälle, bei denen verholzte und nicht verholzte Partien noch viel auffallender neben einander vorkommen.

Bei *Mandragora vernalis* sind Innen- und Seitenwände stark verdickt, verholzt sind nur die innersten schmalen Partien, wo die Wände zweier benachbarter Zellen an einander stossen (Fig. 3. c.), alles übrige ist verkorkt. Behandelt man einen Schnitt mit konzentrierter Kalilauge, so werden Seiten- und Innenwände gelb, die Färbung wird viel intensiver beim Kochen, man sieht dann an den verdickten Partien das Heraustreten öllartiger Tröpfchen. Diese gelbe Substanz kann man nun mit Wasser oder Alkohol leicht ausziehen und es bleiben die vorher gelben Partien ungefärbt zurück, nur die innerste, verholzte Partie bleibt schwach gelb. Behandelt man jetzt den Schnitt mit Chlorzinkjod, so färben sich die Seiten- und Innenwände schön violett.

Mit konzentrierter Chromsäurelösung in der Kälte behandelt, löst sich nach 24 Stunden Alles auf, vorher aber sieht man, dass die verholzten Teile sich zuerst gelöst haben, da die Membranen sich an dieser Stelle spalten.

Von besonderem Interesse war mir das Verhalten gegen Kalilauge. Bekanntlich nahm man nach v. Hölmel allgemein an, dass die verkorkte Membran aus Cellulose besteht und dass sie mit einer fettartigen Substanz, dem Suberin, inkrustiert sei, und wenn man die fettartigen Substanzen mit Kalilauge verseift hat, so nimmt dann, natürlich nach dem Auswaschen mit Wasser, die zurückbleibende Membran mit Chlorzinkjod eine rotviolette Farbe an, was auf die Gegenwart von Cellulose gedeutet wurde. Dem gegenüber ist von Gilson die Behauptung aufgestellt worden, dass die Gegenwart von Cellulose in der verkorkten Membran mindestens zweifelhaft sei und dass die Färbung mit Chlorzinkjod nicht der Membran, sondern dem entstandenen Kaliumphellonat zuzuschreiben sei. Die Färbung soll ausbleiben, wenn die mit Kalilauge behandelten Schnitte, vor dem Behandeln mit Chlorzinkjod mit Alkohol extrahiert werden. Wie ich oben angeführt habe, ist das hier nicht der Fall und man wird die Ansicht von v. Hölmel für die richtige halten müssen, dass die verkorkten Zellhäute in der That aus Cellulose bestehen, die mit den fettartigen Substanzen inkrustiert ist.

Etwas komplizierter und interessanter sind die Verhältnisse in einigen anderen Fällen:

Bei *Physalis somnifera* L. zeigen die stark verdickten Seitenwände wie bei *Mandragora* eine schmale innerste Partie, die verholzt ist (Fig. 1. A. c.), darauf folgt eine breitere Partie (b.), die mit Chlorzinkjod gelb wird und endlich eine dritte, ziemlich dicke Schicht (a.), die aus Cellulose besteht. Lässt man auf einen solchen Schnitt Chromsäurelösung einwirken, die nicht zu konzentriert ist, so sieht man, wie die innerste, die Cellulosehaut (Fig. 1. B. a.) bald verquillt und dabei schöne Schichtung erkennen lässt. Noch bevor sie ganz gelöst ist, sieht man, wie die innerste verholzte Partie sich zu lösen beginnt, die Wände werden, wie bei *Mandragora* gespalten (Fig. 1. B. c.) und nach 24 Stunden ist nur noch die mittlere verkorkte Partie übrig (Fig. 1. C.). Wir haben also hier, auf einander folgend, eine verholzte, eine verkorkte und eine Cellulosemembran, wie das bei Korkzellen auch sonst häufig vorkommt, nur in verhältnismässig kolossalen Dimensionen, die die einzelnen Teile genauer zu studieren gestatten, als das sonst der Fall ist.

Aehnlich, wenn auch nicht ganz klar, sind die Verhältnisse

bei *Withania coagulans*. Es lassen sich in der Seitenwand ebenfalls drei Schichten unterscheiden, von denen nur die mittelste verholzt ist, die innerste und die äusserste, d. h. die an das Lumen der Zelle grenzende sind nicht verholzt, bestehen aber auch nicht aus Cellulose. Behandelt man nun einen Schnitt, wie oben, mit Chromsäure, so bleibt nur die äusserste Partie übrig. Alles Andere löst sich. Wir haben also von innen nach aussen auf einander folgend, eine schmale Zone, deren Beschaffenheit nicht klar ist, eine verholzte und eine verkorkte Membran. Ich will bezüglich der innersten Partie hinzufügen, dass ich es auch sonst hier und da beobachtet habe, dass der innerste Kern im wesentlichen verholzter Membranen sich mit Phloroglucin und Salzsäure nicht rot färbte.

Nun erübrigt es noch die Aussenwand der Epidermiszellen zu besprechen: Wie schon erwähnt, nimmt dieselbe verhältnismässig selten an der Verdickung teil. Im einfachsten Fall besteht sie aus einer mässig starken Cellulosemembran mit übergelagerter Cuticula. Hanausek (l. c.) ist zu der Ansicht gekommen, dass die Samen von *Capsicum* keine Cuticula haben, sondern nach aussen mit einer Cellulosemembran abschliessen. Ich habe schon in meiner oben citierten kleinen Arbeit über *Capsicum* dargethan, dass ich die Cuticula, wenn auch nur als eine sehr feine Haut, bei *Capsicum* mit Jod-Jodkalium und Schwefelsäure habe sichtbar machen können und will hier noch hinzufügen, dass ich auch in allen anderen Fällen, wo ich danach gesucht habe, die Cuticula immer habe auffinden können. Eine Täuschung kann hier leicht entstehen. Wenn man nämlich Querschnitte mit Chlorzinkjod behandelt, so sieht man oft die Epidermis nach aussen abgeschlossen durch eine ansehnliche braun oder gelb gefärbte Schicht, die oft freilich nach aussen ziemlich ungleichmässig ist, die man aber doch geneigt sein wird, für die Cuticula zu halten. Wenn man dann Schnitte mit konzentrierter Schwefelsäure und vorher mit Jod-Jodkalium behandelt, so ist man verwundert zu sehen, dass diese Schicht mit besonderer Leichtigkeit sich löst, also nicht wohl die Cuticula sein kann. In der That sind es auch Reste des Fruchtmuses, die den Samen überziehen und die endlich zum Vorschein kommende Cuticula ist sehr fein.

Der oben genannte einfachste Fall, wo die Aussenwand aus

einer Cellulosehaut mit Cuticula besteht, findet sich bei *Hyoscyamus niger*, *Withania coagulans*, *Physalis somnifera*, *Solanum nigrum*, *S. melongena*, *S. acutangulum*. —

In ziemlich zahlreichen Fällen geht die Verholzung von den Seitenwänden auf die Aussenwand über und zwar stets nur in Form einer mehr oder weniger schmalen Membran. Es besteht in diesem Fall also die Aussenwand aus drei Schichten, der Cuticula, einer mittleren Schicht, die wir zunächst noch als Cellulose ansprechen und einer innersten, verholzten Schicht. Auf das Vorkommen dieser letzteren Schicht ist zuerst von Hanausek bei *Capsicum* aufmerksam gemacht worden, und ich habe dann gezeigt, dass man diese Schicht in Verbindung mit der ganzen Form der Epidermiszellen benutzen kann, innerhalb der Gattung *Capsicum* verschiedene Gruppen zu unterscheiden. Ferner konnte ich nachweisen, dass die Verholzung von den Seitenwänden auf die Aussenwand übergeht, in sofern zuweilen die verholzten Teile gegenüberstehender Wände noch nicht zusammengetroffen sind, man also in der Mitte zwischen den Seitenwänden eine grössere oder kleinere Stelle der Aussenwand konstatieren kann, die nicht verholzt ist. Besonders instruktiv in dieser Beziehung ist *Solanum adoëse* (Fig. 9.). Hier sind die Seitenwände bis oben hinauf verholzt, sie bilden Tüpfel und es sind nun nicht nur die zwischen den Tüpfeln befindlichen schmalen Platten verholzt, sondern die Verholzung geht häufig oben über die Tüpfel weg. Ausser den beiden genannten habe ich eine solche verholzte innerste Schicht der Aussenmembran nachweisen können bei *Nicandra physaloides*, *Datura ferox*, *D. Tatula*, *Solanum melongena* (nicht immer), *S. stramonifolium* (Fig. 10.).

Der unmittelbar unter der Cuticula gelegene, die Hauptmasse der Aussenwand bildende Teil ist bisher als aus Cellulose bestehend betrachtet worden, in zahlreichen Fällen ist das aber nicht richtig. Ich habe (l. c.) gezeigt, dass diese Schicht bei *Capsicum* nicht aus Cellulose bestehen kann, da sie sich mit Jod-Jodkalium allein schon deutlich bläut. Ich gebe einige weitere Reaktionen hier wieder: Die Membran löst sich in Kupferoxydammoniak nicht, sondern quillt nur auf etwa im Verhältnis von 3 : 7, wobei sie sich schön blau färbt. In wässriger Lösung von Kongorot färbt sie sich nach 24 Stunden fast kirschrot, Baumwolle wird ziegelrot,

ebenso die aus Cellulose bestehenden Zellwände des Endosperms von *Capsicum*. In Wasser quillt die Membran etwa um 33 %, in Natronlauge etwa auf das Doppelte der ursprünglichen Dicke. In Schulzeschem Gemisch löst sich die Membran nicht völlig auf, auch nicht bei Nachbehandlung mit Ammoniak, doch wird sie viel durchsichtiger, sie färbt sich dann mit Jod-Jodkalium nicht mehr blau, dagegen mit Chlorzinkjod violett, es ist also wohl ein aus Cellulose bestehendes Skelett zurückgeblieben. Ich habe damals die Ähnlichkeit dieser Membran mit dem Amyloid betont, wenn man sie nicht direkt als Amyloid bezeichnen will. Es finden sich nun solche sich mit Jod-Jodkalium allein bläuende Membranen auch sonst bei den Solanaceen, ich habe sie gesehen bei *Physalis Alkekengi*, *Nicandra physaloides*, *Nicotiana rustica*, *Datura alba*, *Mandragora vernalis*, *Solanum paniculatum*, *S. stramonifolium*, *S. hastifolium*, *S. Valdiviense* (zweifelhaft.)

In einigen Fällen ist die Aussenwand zum Teil in Schleim umgewandelt. Bei *Datura Tatula* besteht die Aussenwand unter der Cuticula aus zwei verschiedenen Schichten, von denen die innere mit Jod-Jodkalium allein hellblau wird, die äussere, direkt unter der Cuticula gelegene, in Wasser quillt und sich löst. Ebenso verhält sich *Himeranthus magellanicus*.

Ebenfalls eine deutliche Differenzierung der Aussenwand zeigt *Solanum adoënsè*, aber nach ganz anderer Richtung. Die äussere Hälfte der Wand färbt sich mit Chlorzinkjod gelblich, die innere dunkelviolet, die äussere dürfte kutikularisiert sein, da sie sich mit Phloroglucin und Salzsäure nicht färbt und gegen Lösungsmittel recht resistent erweist. —

Daran schliessen sich diejenigen Fälle, in denen die ganze Aussenwand mehr oder weniger kutikularisiert oder verkorkt zu sein scheint, nämlich *Lysium afrum* und *Datura Stramonium*.

Die letztere Art gehört zu den wenigen unter den von mir untersuchten Arten, wo die Aussenwand sich erheblich mitverdickt. Ich verweise des Specielleren wegen auf Lohde und füge nur Folgendes hinzu. Die stark verdickten Seitenwände sind nur an den Grenzstellen verholzt, sonst verkorkt. Von diesen Seitenwänden ausgehend ist die innerste Partie der Aussenwand ebenfalls verkorkt und zwar ist die verkorkte Schicht von ansehnlicher Dicke. Nach Lohde besteht die darüber gelegene Schicht aus Cellulose,

bei den von mir untersuchten, selbst aus aufgesprungenen Kapseln gesammelten Samen, wurde diese Schicht mit Chlorzinkjod schmutzig gelb. Bei *Datura ferox* entsprach dagegen die Aussenwand der Darstellung von Lohde bezüglich der Celluloseschicht, die darunter gelegene Schicht und die Seitenwände waren stark verholzt.

Endlich noch ein Wort über *Datura alba*, wo ebenfalls die Aussenwand sich stark verdickt. Es liegt hier unter der Cuticula eine Schicht, wie ich sie oben anführte, die sich mit Jod-Jodkalium allein blau färbt, der übrige Teil der Epidermiszellen, abgesehen von der schon erwähnten Celluloseschicht, die das Lumen auskleidet, ist verholzt (Fig. 13.). Wir haben also in den Epidermiszellen von aussen nach innen auf einander folgend: 1) die Cuticula (d); 2) die mit Jod sich blau färbende Schicht (c); 3) die verholzte Schicht (b) und endlich 4) die Celluloseschicht (a).

Zum Schlusse sind noch einige Samen zu besprechen, die sich vom allgemeinen Typus etwas entfernen:

1) Die Samen von *Solanum cupulatum* Miq. aus Ostindien haben Epidermiszellen, deren Seiten- und Innenwände gleichmässig stark verdickt und verholzt sind, wogegen die Aussenwand nicht verholzt ist. Sie zeigen ebenfalls Tüpfelbildung, die Tüpfel sind aber nicht auf die obere Hälfte, wie sonst ausnahmslos beschränkt, sondern sind über die Seitenwände gleichmässig verteilt (Fig. 2.). Die unverdickten Stellen sind nicht verholzt. Die verdickten und also verholzten Teile der Zellwand zeigen gegen das Innere der Zelle eine schmale Membran, die nicht verholzt ist und auch nicht aus Cellulose besteht, also wohl verkorkt ist. Diese Membran ist fein gehöckert. Solche Höcker finden sich auch sonst, ich habe sie einige Male bei Formen von *Capsicum longum* Dc. gefunden, wo sie übrigens auch Lohde schon gesehen hatte; sie nehmen dort ebenfalls an der Verholzung der Zellwand nicht Teil. Ferner fanden sich die Höckerehen bei *Nicandra physaloides* im oberen Teil der Seitenwände (Fig. 4.).

2) Vielleicht am auffallendsten sind die Samen einer Droge, die ich als *Frutos Arrebenta cavallo* erhalten habe und die aus Brasilien stammt. Wie mir Herr Dr. Peckolt in Rio freundlichst mitteilt, sind das die Früchte von *Solanum aculeatissimum* Jaq. Sie haben ihren Volksnamen *Arrebenta cavallo* und *Arrebenta boi*, Pferde- oder Ochsenplatzer daher, weil das Vieh,

wenn es die unreifen Früchte verzehrt, Magen- und Darmentzündung bekommt, sich dabei stark aufbläht und schliesslich zu Grunde geht. Die unreifen Früchte sollen nur vorübergehende Diarrhoe hervorrufen. (Vgl. auch Zeitschr. d. österr. Apoth. V. 1894.) Die flachen hellbraunen Samen sind im Aussehen den meisten Solanaceensamen durchaus ähnlich, sie zeigen Endosperm und den gekrümmten Embryo in völlig normaler Weise. Auffallend gebaut ist dagegen die Samenschale. Sie enthält unmittelbar an das Endosperm angrenzend die dem Knospenkern angehörige Zellschicht (Fig. 14. a), darauf folgend die Nährschicht, deren einzelne Zelllagen mit Quellungsmitteln gerade noch leidlich erkannt werden (Fig. 14. b.). Daran schliesst sich nun nicht eine Zellschicht, die wir nach dem Vorhergehenden für die Epidermis halten würden, sondern noch zwei Schichten. Die innerste von beiden, an die Nährschicht grenzend (Fig. 14. c.) lässt im Querschnitt durch den Samen meist kein oder nur ein ganz kleines Lumen erkennen, wie *Lycium afrum* (Fig. 5.), die Zellen sind durch die Verdickungsschichten der Seiten- und Innenwände fast völlig ausgefüllt. In Tangential-schnitten durch den Samen (Fig. 14.) erkennt man ein ganz schmales Lumen. Diese Zellen färben sich mit Phloroglucin und Salzsäure schön rot, sind also verholzt. An genügend dünnen Schnitten kann man eine Schichtung nur erkennen an den Seitenwänden und an der Innenwand, so dass diese Partien einer normal verdickten Zelle gleichen, wogegen die mehr gegen die Aussenwand gelegenen Partien eine Schichtung nicht erkennen lassen. Diese färben sich auch mehr oder weniger mit Haematoxylin, Kongorot, Methylenblau. Die Aussenwand dieser Zellen ist dünn, ebenfalls verholzt, sie lässt sich auch zwischen den einzelnen Zellen eine Strecke weit verfolgen (Fig. 14.). Besonders im untern Teil sind diese Zellen reich verzweigt und mit Zähnen versehen (Fig. 15. a und b.), wodurch eine erhebliche Festigkeit der ganzen Membran erzielt wird (cf. oben.). Ueber diesen stark verdickten und verholzten Zellen liegt nun noch eine weitere Schicht flacher, unverholzter Zellen (Fig. 14. d.). Sie sind aussen von einer sehr feinen Cuticula überlagert. Die Wand zwischen dieser und dem Lumen lässt zwei Schichten erkennen, die obere färbt sich mit Chlorzinkjod nicht, ebensowenig mit Kongorot und Methylenblau (e.), die andere, an das Lumen grenzende (h.), nimmt mit den genannten Reagentien mehr oder

weniger intensive Färbungen an, sie wird besonders mit Chlorzinkjod blauviolett. Die Innenwand der Epidermis (f.) färbt sich mit Jod-Jodkalium allein, wenn auch nur sehr schwach bläulich, wobei Schichtung deutlich wird, sie entspricht also der interessanten, dem Amyloid nahestehenden Membran, die ich oben schon genannt habe. Im Lumen der Zellen finden sich spärliche Reste des Inhalts, die mit Jod gelb, mit Osmiumsäure schwarz werden. In Kupferoxydammoniak löst sich die Aussenwand dieser Epidermiszellen auf.

Das Auffallende bei diesem Samen liegt also darin, dass über der Nährschicht an Stelle der einzigen Epidermisschicht, sich zwei Zellschichten finden, von denen die untere sich dem allgemeinen Solanaceentypus ungefähr anschliesst.

Auf Tangentialschnitten sieht man nun ohne weiteres, dass die beiden Schichten sich völlig decken. Bei hoch eingestelltem Tubus sieht man dünnwandige Zellen mit stark geschlängelten Wänden, die Epidermiszellen (Fig. 16. a.); stellt man tiefer ein, so liegen darunter Zellen von genau denselben Umrissen mit ganz engem spaltenförmigen Lumen, die sklerotischen Zellen (Fig. 16. b.). Es dürfte daraus zu schliessen sein, dass die ursprünglich vorhandene einzige Schicht, die Epidermis des Samens, sich durch eine Wand teilt und zwar, wenn die Zellen in tangentialer Richtung ihre Grösse erreicht haben. Lohde macht ausdrücklich bei *Datura Stramonium* darauf aufmerksam, dass die Samen sich frühzeitig tangential dehnen und nach dieser Richtung ihre volle Grösse erreichen.

Die hier ebenfalls beabsichtigte Besprechung des auffallendsten Samens, des stark behaarten Samens von *Lycopersicum*, muss ich mir für später aufsparen, da die Bildung der Haare eine ziemlich komplizierte ist, die sich nur entwicklungsgeschichtlich feststellen lässt, wozu mir momentan das Material fehlt. Jedenfalls ist die Bildung nicht so einfach, wie sie Lohde darstellt.

Figuren-Erklärung:

1. *Physalis somnifera* L. A. die verdickten Seitenwände zwei benachbarter Zellen. a. aus Cellulose bestehend. b. verkorkt. c. verholzt.
B. nach kurzer Einwirkung von Chromsäure.
C. nach 24stündiger Einwirkung von Chromsäure.
2. *Solanum cupulatum* Miq. Zwei Zellen der Epidermis. Die schraffierten Teile sind verholzt.
3. *Mandragora vernalis*. c. verholzt.
4. *Nicandra physaloides*.
5. *Lycium afrum*.
6. *Physalis Alkekengi*.
7. *Solanum paniculatum*. Die verholzten Teile sind schraffiert, ebenso bei Fig. 8, 9, 10, 11.
8. *Solanum Dulcamara*.
9. *Solanum adoëense*.
10. *Solanum stramonifolium* Jacq.
11. *Solanum plebejum*. a—a' verholzt. a'—a'' unverholzt.
12. *Solanum nigrum*. Stück einer Verdickungsleiste nach Einwirkung von Chlorzinkjod.
13. *Datura alba*. d. Cuticula. c. Schicht, die mit J+KJ blau wird. b. verholzt. a. Cellulose.
- 14—16. *Solanum aculeatissimum*.
14. Querschnitt durch die äussere Partie des Samens. a. Knospkern. b. Nährschicht. c. Steinzellen. d. Epidermis. f. mit J'+KJ sich bläuende Schicht.
15. Zelle der Schicht 14. c. a. bei hoher b. bei tiefer Einstellung.
16. a. Zellen der Schicht 14. d.
16. b. Zellen der Schicht 14. c.

