

Der anatomische Bau der Fruchtschale der Gerste (*Hordeum distichum L.*)

Von

Dr. A. Zoebel,

ordentl. Professor der Landwirthschaft an der k. k. techn. Hochschule zu Brünn.

Die Fruchtschale des Gerstenkornes wurde schon wiederholt in anatomischer Richtung untersucht und beschrieben. In erster Linie sind hervorzuheben die Arbeiten von F. Kudelka,¹⁾ O. Harz,²⁾ J. Möller;³⁾ ausser diesen beschäftigten sich mit diesem Gegenstande: Otto Berg,⁴⁾ A. Vogl,⁵⁾ F. v. Höhnel,⁶⁾ A. Nowacki,⁷⁾ W. Schimper⁸⁾ u. A.

Eine Reihe von Untersuchungen, die ich in letzter Zeit mit Braugerste durchführte, veranlasste mich, auch die Fruchtschale der Gerste einer eingehenden Prüfung zu unterziehen. Die Resultate, die sich hierbei ergaben, dürften, bei der grossen Bedeutung dieser Frucht für Landwirthschaft und Industrie, einen nicht unwillkommenen Beitrag zu den Arbeiten der genannten Forscher liefern, und dieselben in der einen und anderen Richtung ergänzen.

Grosses Gewicht legte ich bei meinen Arbeiten auf die Anfertigung naturgetreuer und präziser Abbildungen. Dieselben wurden von einem meiner Hörer, Herrn A. Lang mit Zuhilfenahme des Zeiss'schen Zeichenprismas mit der grössten Sorgfalt und Genauigkeit ausgeführt, wofür ich dem genannten Herrn an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche. Auch kann ich nicht unterlassen die grosse Sorgfalt und Präcision mit welcher Herr F. Matoloni in Wien die Zeichnungen geschnitten hat, besonders hervorzuheben. —

Die Frucht der Gerste zeigt eine spindelförmige, vom Rücken her etwas zusammengedrückte Gestalt; sie ist in der Mitte breit, nach den Enden gleichmässig verjüngt, am Rücken schwach, auf der Bauchseite stärker gewölbt; auf letzterer findet sich eine Längsfurche, welche tief

¹⁾ Entwicklung und Bau der Frucht- und Samenschale unserer Cerealien. Landw. Jahrbücher IV. Bd. Jahrg. 1875, p. 461.

²⁾ Landw. Samenkunde. Berlin 1885. II. Bd.

³⁾ Nahrungs- und Genussmittel. Berlin 1886.

⁴⁾ Anatomischer Atlas zur pharmac. Waarenkunde. Berlin 1865.

⁵⁾ Nahrungs- und Genussmittel. Wien 1872.

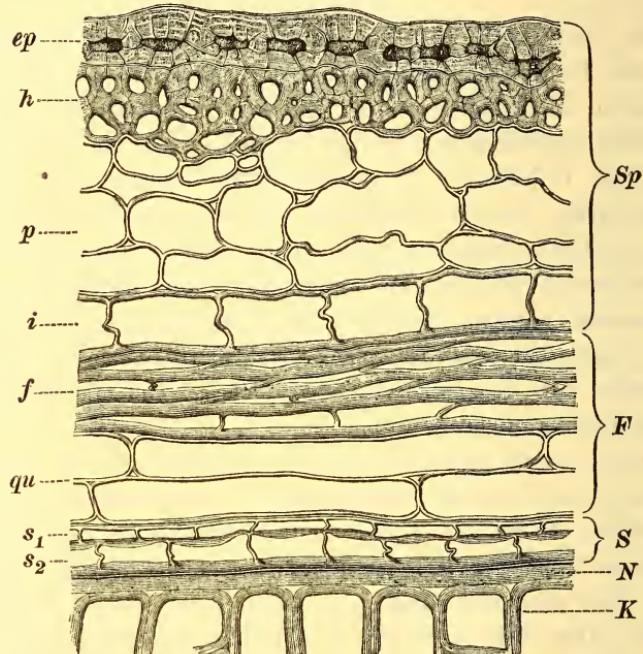
⁶⁾ Die Stärke und die Mahlproducte. Berlin 1882.

⁷⁾ Getreidebau. Berlin 1886.

⁸⁾ Nahrungs- und Genussmittel. Jena 1886.

in den Mehlkörper eindringt, und sich nach der Spitze zu erweitert und verflacht. Die Früchte der „bespelzten“ Varietäten, die bei unseren Betrachtungen hauptsächlich in Betracht kommen, sind im Gegensatze zu den „nackten“, mit den beiden Spelzen verwachsen. Von diesen ist die Rückenspelze bedeutend grösser, und umfasst die Bauchspelze; erstere setzt sich an ihren oberen Ende in die Granne fort, während letztere an der Spitze abgestutzt ist. Am Grunde des Kornes bemerkt

Fig. 1.



Querschnitt durch die Randpartie des Gerstenkornes. *Sp* die Spelze mit der Oberhaut *ep*, der Faserschicht *h*, dem Parenchym *p* und der inneren Oberhaut *i*; *F* Fruchtwand: *f* Epidermis und Parenchym, *qu* Querzellen; *S* Samenschale: *s₁* äussere, *s₂* innere Samenhaut; *N* Eikernüberreste *K* Kleberzellen. Vergr. 460.

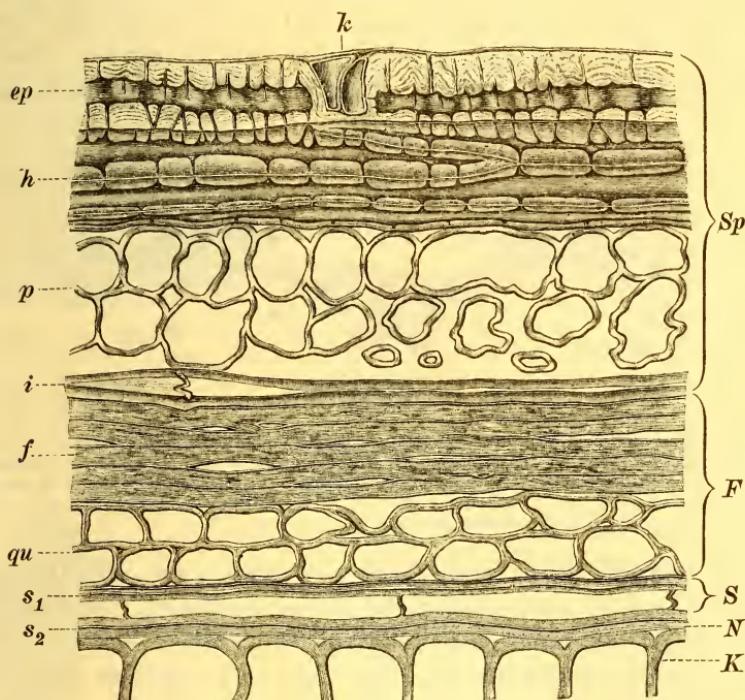
(Mit Ausnahme der obersten Schichten *ep* u. *h* mit Kalilauge behandelt).

man in der Bauchfurche einen verkümmerten, behaarten Zweig der Aehrenspindel, die Basalborste.

Die Oberfläche des Kornes zeigt in der Längsrichtung verlaufende Kanten (Rippen), — die Gefässbündel der Spelzen, — von welchen jene der Rückenseite die ausgeprägtesten sind. Die Rückenspelze besitzt fünf solcher Kanten, von welchen sich die drei mittleren in die Granne fortsetzen, die Bauchspelze blos zwei, welche am äusseren Rande der Furche liegen.

Ausser den Kanten zeigt die Oberfläche noch Unebenheiten in der Form von Querrunzeln, welche in der oberen Hälfte des Kornes, sowohl auf der Rücken-, als auch Bauchseite, auf dieser zahlreicher und ausgeprägter, auftreten. Sie entstehen beim Reifen der Gerste, in Folge der Volumenverminderung der Frucht, und treten um so zahlreicher und zarter auf, je dünner die Spelze und je gewölbter („bauchiger“) das Korn ist; sie bilden daher auch ein Kriterium bei Beurtheilung der Qualität der Gerste, insbesonders in Beziehung auf ihre Dünnspelzigkeit.

Fig. 2.



Langsschnitt durch die Randpartie des Gerstenkornes. Sp die Spelze: ep Oberhaut, k paarige Kurzellen, h Faserschicht, i innere Oberhaut; F Fruchtwand: f Oberhaut und Parenchym, qu Querzellen; S Samenschale: s₁ äussere, s₂ innere Samenhaut; N Eikernüberreste; K Kleberzellen. Vergr. 460.

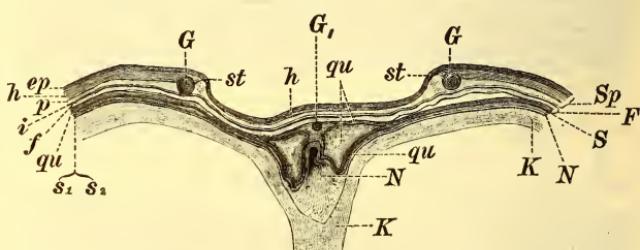
(Mit Ausnahme der obersten Schichten ep u. h mit Kali behandelt).

Es sei schon hier bemerkt, dass sich bei der Bildung dieser Runzeln nicht die Spelze allein betheiligt, sondern auch die übrigen Hüllen des Gerstenkornes. Die Spelze zeigt daselbst hauptsächlich eine Auflockerung ihrer Parenchymsschicht. In der Fruchtwand entsteht in Folge der Faltung einerseits eine Comprimirung, anderseits eine Auflockerung des Gewebes, insbesonders der Querzellen; zwischen Fruchthaut und Querzellen entstehen häufig grosse Lücken. Auch die Samenhaut und

die obersten Lagen der Kleberzellen erscheinen an diesen Stellen aus ihrer ebenen Lage herausgerückt, und sind theils etwas emporgehoben, theils etwas herabgedrückt. Bei der Quellung verschwinden in Folge der Ausdehnung der Gewebe die Runzeln, kehren aber nach erfolgter Austrocknung wieder zurück. Flachkörnige und dickspelzige Gerste besitzt diese feinen Querrunzeln nicht. —

Werden von einem vorher in (kochendem) Wasser erweichten Korne die Spelzen abgezogen, so bemerkt man am Grunde der Rückenseite der Frucht, von einem zarten, doch zähen Häutchen — der Frucht- und Samenschale — überkleidet, den Keim. Die abgehobene Spelze, dann die Frucht- und Samenschale bilden jedoch nicht die alleinige Bedeckung des Keimes, sondern, eingeschlossen zwischen Rückenspelze

Fig. 3.



Querschnitt durch die Bauchseite des Gerstenkornes. Sp die Spelze bestehend aus der Oberhaut *ep*, mit Spaltöffnungen bei *st*, der Faserschicht *h*, dem Parenchym *p* und der inneren Oberhaut *i*, *F* Fruchtwand; *f* Oberhaut und Parenchym, *qu* Querzellen; *S* Samenschale bestehend aus den beiden Samenhäuten *s₁* u. *s₂*; *N* Nucellarreste; *K* Kleberschicht; *G* Gefäßbündel der Spelze, *G₁* Gefäßbündelrudiment des Fruchtknotens. Vergr. 30.

und Fruchthaut, finden sich auch noch die beiden Schildchen (lodiculae), welche von der Basis des Kornes ausgehend, den Keim von beiden Seiten umfassen, und mit ihren zahlreichen, 0.3—1.5 mm, meist 0.8 mm langen Haaren (Fig. 20) eine elastische Hülle um denselben bilden. —

Wenden wir uns nun dem anatomischen Bau der Fruchthüllen der Gerste zu.

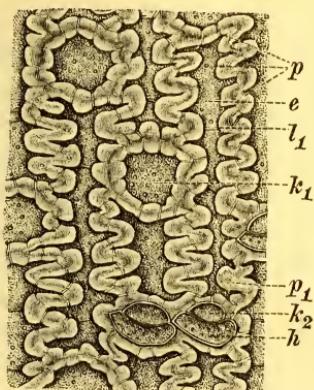
Die Spelze lässt in Quer- und Längsschnitten (Fig. 1 u. 2) vier verschiedene Schichten erkennen; von diesen lassen sich die drei oberen als Epidermis, Faserschicht und Parenchym schon in Wasserpräparaten unterscheiden, während die vierte Schicht — die innere Oberhaut — sehr zusammengedrückt ist, und erst nach Behandlung stärkerer Quellungsmittel (Kalilauge) deutlicher hervortritt.

Die Epidermis (Fig. 4) besteht aus stark verkieselten, in Längsreihen angeordneten Zellen. Diese unterscheidet man der Form

nach in Lang- und Kurzzellen („Kieselzellen“). Ausserdem treten, jedoch nur in der Oberhaut der Bauchspelze, zu beiden Seiten der Furche je zwei Reihen von Spaltöffnungszenellen (Fig. 3 *st*) auf.

Die Langzellen (Fig. 4 u. 5 *e*) sind vorherrschend. Ihre radialen Längswände sind (in Folge der Faltung der Zellwand) stark gewellt und greifen mit den so gebildeten Zacken in die Wände der Nachbarzellen ein, sind daher mit denselben gleichsam verzahnt; die Querwände dagegen, sowie auch die tangentialen Wände sind eben, oder doch nur schwach gewellt. Die Dimensionen dieser Zellen sind je nach ihrer Lage wechselnd, insbesonders gilt dies von der Länge der Zellen. Am kürzesten sind sie im untersten Theile des Kernes, wo sie blos eine Länge von 0·04 mm, bei einer Breite von 0·015 mm erreichen, sehr lang — 0·12 mm —, bei nahezu gleichbleibender Breite, an den Kanten, verhältnismässig schmal in der Bauchfurche. Die Mehrzahl der Langzellen erreicht eine Länge von 0·08—0·1 mm und eine Breite von 0·015—0·02 mm.

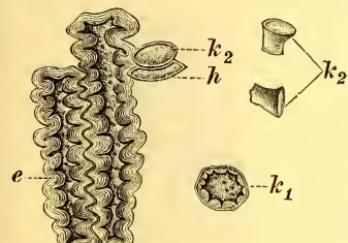
Fig. 4.



Epidermis der Gerstenspelze in der Flächenansicht. *e* Langzelle, *k*₁ einfache, *k*₂ paarige Kieselzelle, *h* halbmondförmige Zelle, *p* u. *p*₁ Tüpfel, *l*₂ Spalt in der Verkieselung.

Vergr. 460.

Fig. 5.



Epidermiszellen der Gerstenspelze, durch Schultzes Maceration isolirt. *e* Langzelle, *k*₁ einfache, *k*₂ paarige Kieselzelle, *h* halbmondförmige Zelle (Flächenansicht); *k*₂ (rechts in der Figur) paarige Kieselzellen von der Seite gesehen. Vergr. 330.

Die Cuticula der Epidermiszellen ist im unteren Theile der Spelzen stärker entwickelt. — Sämtliche Zellwände sind sehr stark verdickt, — die Aussenwände in der Regel stärker als die an Nachbarzellen grenzenden Wände —, und von zahlreichen runden, meist senkrecht zur Wand verlaufenden Tüpfeln durchsetzt. (Fig. 4 *p*, vergl. Fig. 1 u. 2 *ep*). Letztere treten am häufigsten nächst den Rändern der Zelle, als Fortsetzungen der Einbuchtungen der Zellwände auf. In den

Aussenwänden reichen die Tüpfel häufig bis knapp an die Cuticula. Durch das Auftreten von Tüpfeln in den stark verdickten Aussenwänden wird die cuticulare Transpiration während der Vegetation wesentlich gesteigert, welcher Umstand bei dem Mangel an Spaltöffnungen an Bedeutung gewinnt. Auffallend erscheint in der Flächen-

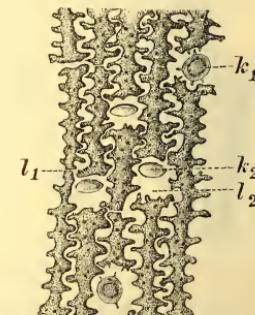
ansicht der Epidermis das Auftreten von radialen Tüpfeln in den Seitenwänden der Zellen (Fig. 4 p1), die an vielen Stellen sehr zahlreich auftreten. Es sind diese Tüpfel zumeist in Folge der Faltung der Zellwand entstanden, indem im inneren Faltungswinkel der letzteren Lücken zurückblieben, die nun in Form von Tüpfeln schräg nach dem Inneren der Zelle, oder theilweise auch in radialer Richtung in der Seitenwand verlaufen, und hier mit den die Wand quer durchsetzenden Tüpfeln in Verbindung treten.

Die Substanz der Zellwand ist stark incrustirt; Kalilauge färbt die Zellwände gelb, dabei treten die Grenzen der Zellen schärfer hervor. Chlorzinkjod färbt die Cuticula braun, die Zellwände gelb. Nach vorhergegangener Kalibehandlung, wodurch die incrustirenden Substanzen zum Theil entfernt werden, färbt Chlorzinkjod die Epidermiszellen intensiv violett (Cellulosereaction); hierbei zeigt sich eine Verschiedenheit in der Färbung der einzelnen Wandschichten, indem die äusseren Schichten und die Intercellularsubstanz dunkelviolett, die inneren dagegen zum Theil gelbbraun gefärbt werden. Die Cuticula wird auch nach vorhergegangener Kalibehandlung durch Chlorzinkjod gelb-braun gefärbt.

Unter den der Zellwand eingelagerten Substanzen ist in erster Linie die Kieselsäure zu nennen.

Am stärksten tritt die Verkieselung in den inneren Zellwandschichten auf. Nach Verbrennung oder nach Behandlung der Epidermiszellen mit Schwefelsäure und Chromsäure bleibt ein Kieselskelet zurück (Fig. 6), dessen tangentiale Wände, entsprechend der Zellform ziemlich eben verlaufen, während die radialen Längswände scharf gezackt erscheinen. Ausser diesen, durch die zahnartig vorspringenden Ränder der Epidermiszellen veranlassten Zacken, finden sich am Kieselskelet auch noch kleinere Fortsätze, die — nachdem die stark verkieselten Partien der inneren Wandschichten auch die Tüpfel auskleiden —, den letzteren entsprechen. (In Fig. 6 nur bei k_1 wiedergegeben). Durch diese Zacken und zapfenartigen Fortsätze erhält das Kieselskelet Aehnlichkeit mit dem Zweige eines Korallenstocks. Diese starke Verkieselung kleidet jedoch nicht immer das Innere der Zelle gleichmässig aus; ziemlich häufig merkt man in der Flächenansicht, besonders bei längeren Epidermiszellen, meist zwischen den convex

Fig. 6.



Kieselskelet der Epidermis der Gerstenspelze. k_1 einfache, k_2 paarige Kieselzelle, l_1 Lücke im Kieselskelet einer Langzelle l_2 Lücke durch Verbrennung der halbmondförmigen Zelle entstanden. Vergr. 330.

zugekehrten Innenwänden schmale Leisten oder Linien (Fig. 4 *l*₁), welche durch Spalten oder Risse in den stark verkieselten Schichten —, als Folge einer später eingetretenen Streckung oder auch Biegung der Zellen —, hervorgerufen wurden; man findet diese Spalten im Kieselsskelet wieder (Fig. 6 *l*₁). Bei geringerer Verkieselung der Zelle bleibt nach Zerstörung der organischen Substanz blos längs der Epidermis-aussenwand eine Kieselplatte mit senkrechten Fortsätzen an Stelle der Längswände zurück; es sind somit die Aussenwand und die ihr zunächst gelegenen Theile der Seitenwände, anderseits aber auch, wie bereits bemerkt wurde, die inneren Schichten der Zellwände stärker verkieselten.

Ausser der Verkieselung zeigen die Epidermiszellen in ihren Wänden zum Theile auch noch eine geringe Einlagerung von Holzsubstanzen. Bei den Epidermiszellen der Bauchspelze ist dies allgemein der Fall; die Epidermiszellen der Rückenspelze zeigen blos in dem unteren Theil der Spelze, an den Rippen und an der Ansatzstelle der Granne eine deutliche Phloroglucinreaction. Bei sehr schwacher Einlagerung von Holzsubstanz tritt die Reaction blos in den dem Hypoderma zugekehrten Partien der Zellwände ein. (Es erscheinen dann die Aussenwand gelb, die Innenwand sowie ein Theil der radialen Wände roth).

Unter den Kurzzellen unterscheidet man drei verschiedene Formen. Einfache Kurz- oder Kieselzellen (Fig. 4 *k*₁), meist 0.015—0.02 mm im Durchmesser, sämmtliche Wände (auch die Aussenwand) getüpfelt, die radialen Wände schwach wellenförmig contourirt, und paarige Kurzzellen, deren Wände nicht gewellt sind; von letzteren erscheint die eine Zelle in der Flächenansicht elliptisch oder kreisrund (Fig. 4 u. 5 *k*₂), die andere halbmondförmig (Fig. 4 u. 5 *h*). Erstere sind meist 0.006—0.012 mm lang, 0.012 mm breit, letztere 0.006 mm lang, 0.015 mm breit. Im Querschnitte erscheinen die Wände der einfachen Kurzzellen stärker verdickt als jene der Langzellen, die Aussenwand häufig auch aufgetrieben, oder in kurze, konische, stark verdickte und verkieselte Haare ausgewachsen (Fig. 18 *a*). Von den paarigen Kurzzellen (vergl. Längsschnitt Fig. 2 *k*) verjüngt sich die in der Fläche elliptische Zelle nach unten zu, und bildet einen von den Seiten etwas zusammengedrückten, abgestutzten Konus (Fig. 5 *k*₂). Die halbmondförmigen Zellen dagegen erbreitern sich nach unten zu, und umkleiden die konischen Zellen etwa bis zur Hälfte ihres Umfanges in Form eines Mantels. Häufig werden die halbmondförmigen von den konischen Zellen mehr oder minder verdrängt, so dass sich zwischen den paarigen und einfachen Kurzzellen zahlreiche Uebergänge finden. An Kieselsskeleten bemerkt man, dass die einfachen Kurzzellen

stärker verkieselten sind, als die Langzellen; noch mehr ist dies bei den konischen Kurzzellen der Fall, bei welchen die Verkieselung bis auf wenige Luftbläschen den ganzen Inhalt der Zelle ausfüllt. Diese beiden Zellformen führen daher mit Recht die Bezeichnung „Kieselzellen“.¹⁾ Wesentlich anders verhalten sich in dieser Richtung die halbmondförmigen Zellen. Dieselben sind viel stärker cutinisirt als die übrigen Epidermiszellen, lassen dagegen bei der Verbrennung kein Kieselskelet zurück. (Vergl. Fig. 6 *12*). Ferner unterscheiden sie sich von diesen auch noch dadurch, dass sie stets einen körnigen Inhalt führen.

Was nun das Verhältniss der Kurzzellen zu den Langzellen betrifft, so treten im unteren Theile der Rückenspelze neben den Langzellen, die hier gedrungener, kürzer, unregelmässiger sind als in den übrigen Theilen der Spelze, ausschliesslich paarige Kurzzellen auf. Die absolute und relative Zahl derselben ist in diesem Theile der Spelze eine grosse, da sie hier mit den (wenig gestreckten) Langzellen in den Reihen regelmässig alterniren, während sie in der Mitte der Spelze häufig erst auf 2—3, oberhalb der Gefässbündel oft erst auf 3 und mehr, sehr lang gestreckter Epidermiszellen folgen. Im untersten Theile des Kernes nähern sich häufig die konischen Zellen (in der Flächenansicht) der Kreisform, wobei die halbmondförmigen Zellen stark zusammengedrückt erscheinen.

Auch im Verlaufe der Mittelrippe, wie überhaupt an den stärker verdickten Theilen der Spelze, treten die paarigen Zellen vorherrschend neben den Langzellen auf; dagegen überwiegen in den übrigen Theilen der Rückenspelze, wie auch im allgemeinen in der Bauchspelze, die einfachen Kieselzellen; besonders ist dies in der Nähe des Spelzenrandes der Fall, wo sie dann auch in der Regel in stark verkieselte, mit der Spitze aufwärts gerichtete Haare (Fig. 18 *a, d*), in welchen man hie und da auch einen körnigen Inhalt bemerkt, auswachsen. Letztere erreichen in der Nähe der Ansatzstelle der Granne eine Länge von 0·05—0·07 mm, eine Breite von 0·015—0·02 mm und eine Wandstärke von 0·004—0·006 mm.

Die Oberhaut der Bauchspelze weicht von jener der Rückenspelze insoferne wesentlich ab, als sie, wie bereits erwähnt wurde, zu beiden Seiten der Furche je zwei Reihen Spaltöffnungszellen führt. (Fig. 3 *st*). Es sei schon hier bemerkt, dass der Bauchspelze an diesen Stellen die Faserschicht fehlt (vergl. Fig. 3 *h*), so dass an die mit Spaltöffnungen

¹⁾ Demnach ist die Bemerkung Möllers I. c. pag. 101, dass die „sogenannten Kieselzellen nicht mehr und nicht weniger verkieselten sind, als die Oberhautzellen“, nicht zutreffend.

ausgestatteten Streifen der Bauchspelze das, im lebenden Zustande der Pflanze chlorophyllführende Parenchym direct angrenzt. Die unteren Wände der den Spaltöffnungszellen benachbarten Epidermiszellen sind im Gegensatze zu den übrigen Epidermiszellen nur schwach verdickt.

Die Faserschicht (Hypoderma) (Fig. 1 und 2 *h*) tritt meist in zwei, auch in dreifacher Lage auf, und verläuft parallel zur Epidermis (Fig. 10 *h*). Die Zellen sind langgestreckt, meist 0·2—0·3 mm lang, 0·015 mm breit, also viel länger, doch schmäler als die Epidermiszellen. Im basalen Theile der Spelze erscheinen sie in drei- bis vier-

Fig. 7.

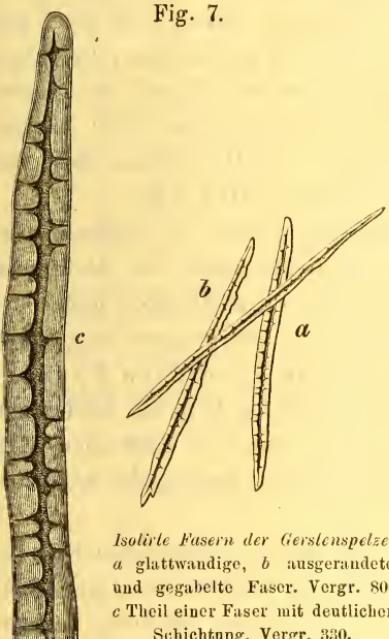
facher Lage, sind daselbst viel kürzer und derber, und nehmen sklerenchymatische Formen an.

Die Aussenwände der Fasern sind meist eben; verhältnissmässig selten tritt der Fall ein, dass sie durch den Druck der Nachbarzellen wellig oder auch sägeartig gezahnt erscheinen. Dies ist besonders dann der Fall, wenn Faserzellen längs der Kanten zweier Epidermiszellen verlaufen, und mit ihrem oberen Rande zwischen dieselben eingewängt wurden. Schwach gewellte Contouren finden sich wohl auch hie und da bei Zellen der untersten Lage an den Wänden, welche mit dem unterhalb liegenden Parenchym in Verbindung treten. Etwas häufiger, doch immer

noch verhältnissmässig selten, kommen in den oberen Theilen der Spelzen — veranlasst durch die stärkere Wölbung der Kornes, durch die Verbindungsstränge der Gefässbündel und den Ansatz der Granne — Faserzellen mit einseitsgezahnten oder ausgerandeten Wänden vor.¹⁾

Die Enden der Faserzellen erscheinen nicht selten gegabelt (Fig. 7 *b*). Im Querschnitt (Fig. 1 *h*) erscheinen die Zellen stark

¹⁾ Eine eigenthümliche Verbindung der Hypodermafaser mit der Epidermis, wie sie v. Höhnel in seiner „Vergleichenden Untersuchung der Epidermis der Gramineenspelzen und deren Beziehung zum Hypoderma“ (Wissenschaftliche pract. Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues von F. Haberlandt Bd. I, Wien 1875) beschreibt, und die durch „wohl ausgebildete Sägezähne“ der äussersten Hypodermaschicht hergestellt werden soll, kommt keineswegs regelmässig vor.



Isolirte Fasern der Gerstenspelze.
a glattwandige, *b* ausgerandete und gegabelte Faser. Vergr. 80.
c Theil einer Faser mit deutlicher Schichtung. Vergr. 330.

verdickt, die Lumina mehr oder minder kreisförmig; die Zellen der unteren Lage sind oft etwas breiter, ihre dem Parenchym zugekehrte Wand schwächer verdickt. Im untersten, derberen Theile der Spelzen weicht die Faserschichte von dem normalen Bau auch insoferne ab, als sich hier 3—4 Lagen von Fasern finden, deren Querdurchmesser in der Richtung des Radius um das zweifache bis dreifache der Breite gestreckt ist. Es erreicht daselbst die Faserschicht die vierfache Stärke der Epidermis, während an den meisten übrigen Stellen ihre Mächtigkeit blos etwa das $1\frac{1}{2}$ fache von jener der Epidermis beträgt. (Die Stärke des Hypodermas oberhalb des Keimes gemessen, betrug 0·08 mm, jene der Epidermis 0·02 mm; im unteren Theile der Bauchspelze: Epidermis und Hypoderma 0·06 mm, das Verhältniss der Stärke der beiden Schichten war ein ähnliches, wie in dem erstangeführten Falle; dagegen erreichte in der Mitte der Rückenspelze das Hypoderma blos eine Mächtigkeit von 0·02 mm, die Epidermis blos 0·015 mm).

In der Bauchspelze ist das Hypoderma ein- bis zweischichtig, nimmt vom Rande der Spelze gegen die Gefässbündel an Mächtigkeit zu, so dass es hier aus 3—4 Lagen besteht; unmittelbar hinter den Gefässbündeln bricht es jedoch (nachdem es die grösste Mächtigkeit erlangt hat) plötzlich ab, und fehlt an den geneigten Rändern der Furche (Fig. 3 *h*); in der Furchensohle tritt es wieder auf, bleibt aber meist einschichtig und gelangt nur zur schwachen Entwicklung. Im Allgemeinen sind die Faserzellen der Bauchspelze schwächer verdickt, als jene der Rückenspelze.

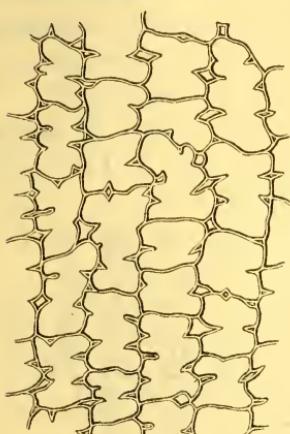
Im Längschnitt (Fig. 2 *h*) fallen die scharf ausgeprägten Tüpfel der Faserzellen besonders in's Auge. Sie sind spaltenförmig und treten zahlreicher in den tangentialen Wänden, spärlicher dagegen in den radialen Wänden auf.

Besonders characterisiert durch das Auftreten zahlreicher und stark ausgeprägter Tüpfel sind die an die Epidermis angrenzenden Wände der Faserzellen. (Vergl. Fig. 2 *h*).

Die Zellen der Faserschicht sind, wie die der Epidermis, wenn auch nicht in gleichem Masse, stark incrustirt, und zwar die äusseren Lagen stärker als die inneren. Kalilauge führt eine starke Quellung der inneren Wandschichten, und eine meist vorübergehende Gelbfärbung hervor. Chlorzinkjod färbt die Zellen braun, doch treten, auch ohne vorhergegangene Anwendung von Kalilauge, zuweilen in den inneren Verdickungsschichten der Zellen und den unteren Lagen grauviolette Farbentöne zum Vorscheine. Nach Kalibehandlung färbt

Chlorzinkjod die Zellen intensiv violett; die Intercellulärsubstanz wird dagegen graublau gefärbt, so dass sich die Zellen sehr scharf von einander abheben. Wie die Epidermis, ist auch die Faserschicht an einzelnen

Fig. 8.



Parenchym der Gerstenspelze.
Flächenansicht. Vergr. 200.

Stellen (Bauchfurche, wie überhaupt in der Bauchspelze, im ganzen unteren Theil der Rückenspelze, längs der Rippen und an der Ansatzstelle der Granne) schwach verholzt.

Das Parenchym (Fig. 1, 2 p, 8) der Spelze besteht aus zartwandigen, abgerundeten, meist etwas in die Länge gestreckten oder isodiametrischen, zuweilen auch quergestreckten Zellen, deren radiale Längswände eingebuchtet sind (Fig. 8, 10, 11). Zwischen den Zellen finden sich zahlreiche Intercellularräume. Das Parenchym tritt meist in zwei Lagen auf; an den Rippen jedoch, wo die Spelze nahezu das doppelte ihrer gewöhnlichen Stärke erlangt, tritt eine Vermehrung der Lagen ein.

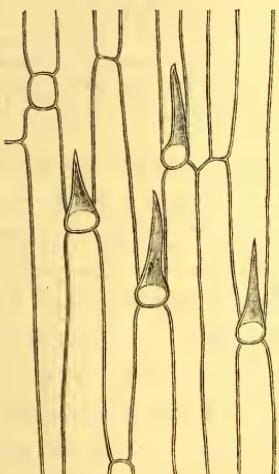
Das während der Entwicklung der Frucht Chlorophyll führende Spelzenparenchym ist im reifen Korn eingeschrumpft, quillt jedoch nach Kalibehandlung stark an. (Die Mächtigkeit des Parenchyms im ungequollenen Zustand (in Glycerin) betrug 0·007 mm, nach Kalibehandlung 0·019 mm, mithin im letzteren Falle nahezu das dreifache der ursprünglichen Dimension).

Die Zellen sind 0·03—0·06 mm lang, 0·035—0·04 mm breit. Auch bei dem Parenchym tritt eine Bläbung der Zellwand durch Chlorzinkjodlösung erst nach Kalibehandlung auf.

Im oberen Theile der Rückenspelze wird das Parenchym wiederholt durch quer verlaufende Verbindungsstränge der Gefässbündel durchsetzt.

Nach innen zu wird die Spelze durch die innere Oberhaut (Epithel) abgeschlossen. (Fig. 1, 2 i, 9). Ihre zartwandigen, lückenlos verbundenen Zellen sind im reifen Korne zusammengepresst, und vermögen nur durch

Fig. 9.

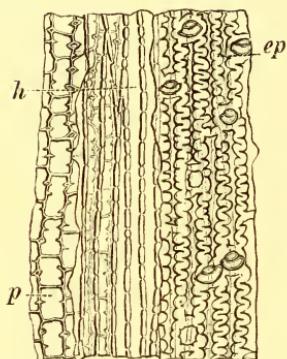


Innere Oberhaut der Gerstenspelze.
Flächenansicht. Vergr. 200.

anhaltende Behandlung mit Kalilauge (doch meist auch nur im Querschnitte, wo die enger stehenden Querwände die Quellung befördern) zum Aufquellen gebracht werden. Die der Fruchthaut zugekehrte Zellwand der inneren Oberhaut ist mit einer zarten Cuticula bedeckt. Durch Chlorzinkjod werden die Zellwände graublau, nach vorhergegangener Kalibehandlung intensiv blau gefärbt. Die Länge der Zellen schwankt zwischen 0·2 und 0·6 mm, ihre Breite zwischen 0·02 und 0·04 mm. — Die grösste Länge erreichen die Zellen unterhalb der Gefässbündel.

Viel deutlicher als in Längs- und Querschnitten treten die Zellen der inneren Oberhaut in der Flächenansicht hervor (Fig. 9, 11 *i*). Sie

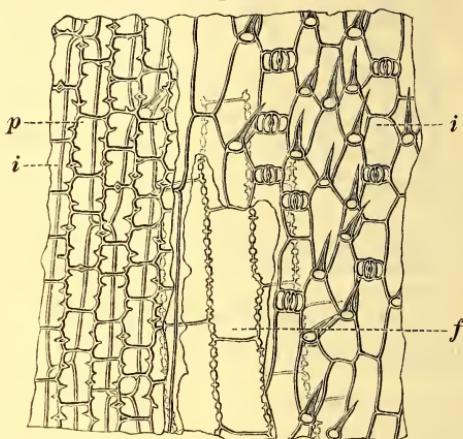
Fig. 10.



Gerstenspelze in der Flächenansicht *ep* Oberhaut, *h* Faser-
schicht, *p* Parenchym.

Vergr. 80.

Fig. 11.



Flächenansicht der tiefen Schichten der Gerstenspelze
nebst der mit der Spelze verwachsenen Fruchtwandepidermis.
p Parenchym und *i* innere Oberhaut der Spelze, rechts
mit Spaltöffnungszellen und Haaren, *f* Epidermis der Frucht-
wand. Vergr. 80.

erscheinen in derselben entweder langgestreckt (Fig. 9 und Fig. 11 links) oder kurz (Fig. 11 rechts), nach den Enden verjüngt; neben den kürzeren Zellen bemerkt man auch zahlreiche Spaltöffnungszellen. Diese treten an jenen Stellen der Spelzen auf, wo auch das Parenchym stärker entwickelt ist, also zu beiden Seiten der Gefässbündel. Ausser den Spaltöffnungen kommen regelmässig, besonders zahlreich aber im oberen Theil der Spelze, Haare mit zwiebelförmiger Basis vor (Fig. 9, 11, 18 *f*). Ihre Länge beträgt meist 0·05 mm, ihre Breite an der Basis 0·02 mm, oberhalb der zwiebelförmigen Anschwellung 0·01 mm. Es ist dies die gewöhnliche Haarform der inneren Oberhaut; ausser diesen treten durch ihre besondere Grösse ausgezeichnete Haare, welche sich von ersteren auch dadurch wesentlich unterscheiden, dass sie an der Basis nicht zwiebelförmig verdickt sind (Fig. 18 *g*), unterhalb der Gefässbündel auf. Sie

erreichen oft eine Länge von 0,7 mm. Diese beiden Haarformen endigen entweder zugespitzt, und das ist der häufigere Fall, oder sie sind an den Spitzen abgerundet; bei ein und derselben Spelze ist entweder blos das eine oder das andere der Fall. Zuweilen sind, besonders die längeren Haare, mit einer starren, körnigen Substanz erfüllt, welche mehrere quer verlaufende Bruchlinien aufweist. Wieder anders sind die Haare des Spelzenrandes geformt, die weiter unten besprochen werden sollen.

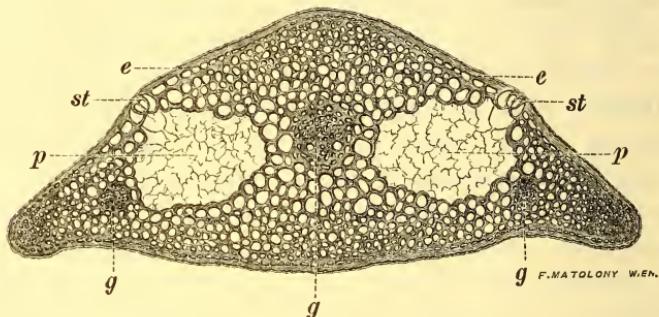
Die innere Oberhaut ist (mit Ausnahme des Scheitels der Frucht) mit der Fruchthaut fest verwachsen, so dass sie bei dem Versuche, die Spelzen durch Abschälen von vorher aufgeweichten Körnern zu entfernen („Entspelzen“), zum grössten Theil an letzteren haften bleibt, und mit ihr auch ein Theil des Spelzenparenchyms.

Der Rand der Spelzen verhält sich in seinem anatomischen Bau von den übrigen Theilen wesentlich abweichend. Die wellenförmigen Contouren der Epidermiszellen verschwinden gegen den Rand zu, dabei nimmt die Verdickung ihrer Wände ab, die Länge der Zellen wesentlich zu. Zu beiden Seiten sind die Spelzen von einem zähen, besonders gegen Zerreissen widerstandsfähigen Häutchen eingefasst, welches aus sehr langgestreckten, meist spitz zulaufenden Zellen besteht, welche weniger verdickt, auch weniger incrustirt sind als die ürigen Zellen der Epidermis und des Hypodermas, so dass sie mit Chlorzinkjod die Cellulose-reaction ergeben. Die auf dem häutigen Rande (besonders zahlreich auf der Bauchspelze) vorkommenden Haare weichen in ihrer Gestalt von den übrigen gleichfalls ab; einerseits sind sie schlank, ohne Anschwellung an der Basis, relativ schwach verdickt (Fig. 18 *l*), andererseits gedrungen, stark verdickt. Letztere finden sich hauptsächlich am oberen (abgestutzten) Rande der Bauchspelze (Fig. 18 *c*) und auf der Oberseite des Spelzenrandes (Fig. 18 *d*).

Die Verbindung der **Granne** mit der Rückenspelze wird eingeleitet durch stark verholzte Fasern, welche im Verlaufe der Mittelrippe, und zwar unmittelbar unter der inneren Oberhaut, zunächst in sehr geringer Zahl (2—3) auftreten. Ausser durch starke Verholzung unterscheiden sich diese Fasern von den gewöhnlichen Hypodermafaser auch noch durch ihre bedeutendere Grösse und durch runde Tüpfel. Die innere Oberhaut wird an diesen Stellen derber und trägt zahlreiche stark verdickte und grosse Haare. Im weiteren Verlauf der Rippe tritt eine Vermehrung der Zahl und der Lagen der stark verholzten Fasern auf; auch nehmen die Fasern oberhalb des Gefäßbündels eine gleiche Beschaffenheit an, so dass letzteres im obersten Theil der Mittelrippe, sowohl nach der Ober- als auch der Unterseite der Spelze zu, von zahl-

reichen, stark verholzten Fasern umgeben ist, deren Lagen sich nach beiden Seiten hin gegen die Oberhaut erbreitern. Indes treten auch unterhalb der seitlichen Gefässbündel stark verholzte Fasern auf, welche allmälig das Parenchym in der Randpartie der Spelze vollständig verdrängen, und sich auch gegen die Mittelrippe zu, zwischen Oberhaut und Parenchym einschieben. Wo dies bereits eingetreten ist, verschwinden in der inneren Oberhaut der Spelze die Spaltöffnungen; am spätesten erfolgt dies an den mitten zwischen der Haupt- und den beiden seitlichen Rippen liegenden Oberhauptpartien. Schliesslich wird auch an diesen Stellen das Parenchym von der Oberhaut vollständig abgedrängt, und findet sich dann nur zwischen dem mittleren und den beiden zunächstliegenden Gefässbündeln, ringsum von Fasern eingeschlossen. Dies ist der Fall beim Uebergang der Spelze in die Granne. Bald jedoch (noch im untersten Theil der Granne) tritt das Parenchym

Fig. 12.



Querschnitt durch die Gerstengranne. *e* Epidermis mit Spaltöffnungen bei *st*, *p* Schwammparenchym, *g* Gefässbündel. Vergr. 80.

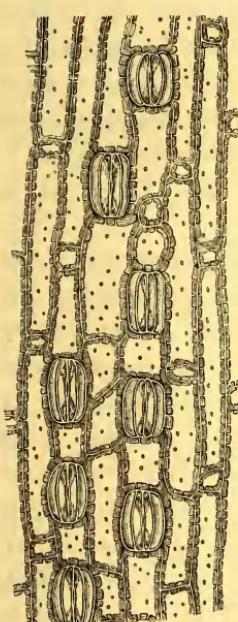
abermals, doch auf der entgegengesetzten Seite (der Rückenseite der Granne), in Verbindung mit der Oberhaut, worauf dann in letzterer auch Spaltöffnungen auftreten, so dass von nun an die gewölbte Rückenseite der Granne, etwa in der Mitte jeder ihrer beiden dachförmig geneigten Flächen, je zwei Reihen von Spaltöffnungszellen führt (Fig. 12 *st*). — Man erkennt die Spaltöffnungen führende Partie der Granne schon unter der Lupe an einer leichten Anschwellung, welche beiläufig in der Mitte der beiden abgedachten Flächen bis zum Ende der Granne verläuft.

Der Querschnitt der Granne (Fig. 12) zeigt die Form eines Dreieckes, dessen Basis der Frucht zugewendet ist. An den Seitenkanten finden sich durch die ganze Länge der Granne und bis in die Spelze hinabreichend, grosse aufwärts gerichtete, stark verkieselte Haare (Fig. 18 *b*), welche in je zwei Reihen, in Abständen von 0·2—0·5 mm. alterniren.

Am Grunde der Granne finden sich an den Seitenkanten ausser den grossen, auch noch kleinere, gleich gebaute und gleichfalls stark verkieselte Haare. Die Rückenkante besitzt wohl auch die grossen verkieselten Haare in ihrem grössten Theile, doch fehlen sie am unteren Ende derselben. Dafür besitzt der untere Theil der Granne auf der der Frucht zugekehrten (flachen) Seite, eine grosse Zahl kleinerer, gleichfalls stark verkieselter, doch in der Gestalt abweichender Haare. (Fig. 18 c).

Es ist wohl überflüssig zu bemerken, dass sich die Granne in Folge dieser stark entwickelten und verkieselten Haare sehr rauh anfühlt. Die grossen Grannenhaare sind an ihrer längeren Aussenseite meist 0·24 mm, an der der Granne zugekehrten kürzeren Seite 0·10 mm lang, die Breite der Basis beträgt meist 0·14 mm, die Dicke der Wand der Langseite 0·010, jene der Kurzseite 0·008 mm. Die kleineren Haare der Flachseite sind meist 0·072 mm lang, an der Basis 0·017 mm breit und besitzen eine Wandstärke bis zu 0·004 mm.

Fig. 13.



Epidermis von der Rückenseite der Gerstengranne mit Spaltöffnungszellen.
Vergr. 200.

Zellen getrennt; ihre Länge beträgt meist 0·03 $\frac{3}{4}$ mm.

Die Epidermis der Granne (Fig. 13) besteht wie die Spelzenepidermis aus verschiedenen geformten Zellen (Langzellen, Kurzzellen, Spaltöffnungszellen). Die Zellwände sind gleichfalls verkieselten und sehr stark verdickt, in tangentialer und radialer Richtung reich getüpfelt, die Aussenwände sehr stark cuticularisiert. Gegen Reagentien verhalten sie sich ähnlich wie die Zellen der Spelzenepidermis.

In der Flächenansicht sind die Zellen der Rückenseite nur im untersten Theil der Granne gewellt, weiter hinauf sind sie, wie jene der Unterseite eben. Häufig führen sie einen krümeligen Inhalt. Ihre grösste Dimension erreichen sie nächst den Spaltöffnungszellen (vergl. Fig. 12); (hier beträgt ihre Breite 0·02 mm, an den Kanten blos 0·008 mm). Die Langzellen sind meist 0·10 mm, die Kurzzellen 0·016 mm lang und 0·01 mm breit, die Zellen der Unterseite 0·18 mm lang, 0·012 mm breit.

Die Spaltöffnungszellen sind in den Reihen durch kurze (0·04 mm in der Länge messende) Länge beträgt meist 0·08 mm, ihre Breite

Anschliessend an die Epidermis, und den grössten Theil derselben ausfüllend, befindet sich das stark verdickte prosenchymatische Grundgewebe. Die Zellen desselben nehmen von aussen nach innen an Grösse zu, an Verdickung ab; die an die Oberhaut anstossende Lage zeigt besonders stark verdickte Aussenwände. Die Fasern erreichen eine Länge von 0·5 mm; ihr Durchmesser schwankt meist zwischen 0·012 (äussere) und 0·02 mm (innere Lage). Häufig zeigen die Fasern, besonders die grösseren, zur Längsrichtung verticale Querwände. Die Tüpfeln der Fasern sind kreisrund oder elliptisch, (im letzteren Falle liegt der grössere Durchmesser in der Richtung der Zelle), und viel spärlicher als bei den Fasern der Spelze. Die Verholzung im oberen Theile der Granne ist bedeutend geringer, als an der Basis; die Phloroglucinreaction tritt daher im ersteren Falle nur schwach auf.

Im Innern der Granne befindet sich von dem stark verdickten prosenchymatischen Grundgewebe umgeben, ein stärker entwickeltes centrales und zwei schwächere seitliche Gefässbündel (Fig. 12 g). Zu beiden Seiten des centralen Gefässbündels liegt zwischen diesem und den seitlichen Gefässbündeln das, im grünen Zustand der Pflanze Chlorophyll führende, zartwandige Parenchym, welches in directer Verbindung mit den Spaltöffnungen der Rückenseite steht. Wie im oberen Theile der Spelze wird letzteres auch in der Granne wiederholt durch quer verlaufende Verbindungsstränge der Gefässbündel durchbrochen.

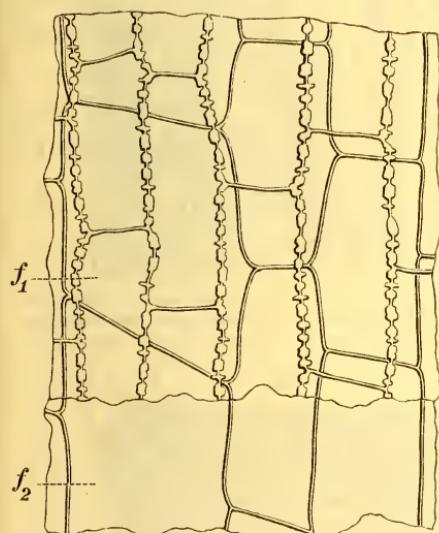
Die Länge der Granne erreicht bis 20 cm, ihre Breite an der Basis 1 mm, an der Spitze 0·2 mm. —

Bevor ich zur Besprechung des anatomischen Baues der Frucht- und Samenhaut übergehe, will ich kurz auf die mannigfachen Einschlüsse hinweisen, welche sich zwischen Spelzen und Frucht befinden, mit ihnen also gleichfalls verwachsen sind. Der Schildchen, welche sich am Grunde des Kernes befinden, und die mit Rücksicht auf ihre Anordnung, gewiss auch zum Schutze des Keimes beitragen, wurde bereits oben gedacht. Ausser diesen sind auch die Reste der Staubfäden erhalten, deren Verlauf zwischen Fruchthaut und Rückenspelze deutlich zu erkennen ist, dann zahlreiche Pollenkörner, theils mit, theils ohne Inhalt, nicht selten auch Pilzsporen. Am Scheitel findet man —, nachdem bei der Gerste Selbstbestäubung die Regel ist, daher die Staubbeutel während des Verstäubens aus den Spelzen gewöhnlich nicht hervorragen —, auch noch die Reste der Staubbeutel.

Die **Fruchtwand** der Gerste besteht aus drei in Bau und Anordnung der Zellen verschiedenen Schichten: der Fruchthaut, den Quer- und den Schlauchzellen.

Die Fruchthaut (Fig. 1, 2 f, 14 u. 11 f) besteht aus 4 – 6 Lagen rechteckiger, stark zusammengepresster, dünnwandiger Zellen, deren Querwände in der reifen Frucht gefaltet sind. Sie verläuft gleich der inneren Oberhaut der Spelze, mit der sie verwachsen ist, in der Längsrichtung des Kornes. Die äusserste Lage der Fruchthaut, deren Oberhaut, erscheint in der Flächenansicht (Fig. 14) regelmässiger als die unteren, auf das Parenchym der Fruchtknotenwand zurück zu führenden Lagen, und zeigt im Gegensatz zu diesen, in den Längswänden scharf ausgeprägte Tüpfel¹⁾ ; die zarteren Querwände besitzen diese Tüpfel nicht (vergl. Fig. 14). Einen der Oberhaut ganz ähnlichen Bau zeigt auch die zweite Lage der Fruchthaut; nur sind die Zellen meist etwas länger gestreckt. In den folgenden Lagen nehmen die Zellen an Grösse, insbesonders in der Breitendimension zu, sind dünnwandiger, weniger regelmässig; jedoch auch sie zeigen, wie jene der oberen Lagen, einen lückenlosen Verband. Die Länge der Oberhautzellen beträgt gewöhnlich 0·12 mm, ihre Breite 0·04 mm; in den übrigen Lagen schwankt die Länge zwischen 0·12 bis 0·2 mm, die Breite zwischen 0·05 und 0·1 mm.

Fig. 14.



Fruchthaut der Gerste in der Flächenansicht. f_1 Oberhaut, f_2 tiefere Lage der Fruchthaut (Fruchtwandparenchym). Vergr. 200.

Im obersten Theile der Frucht werden die Zellen aller Lagen unregelmässiger. Die Wände sind stärker verdickt, die Tüpfel treten nicht mehr so scharf hervor oder verschwinden ganz.

Auf der Spitze des Kornes und insbesonders auf dem Scheitel werden die Oberhautzellen unregelmässig polygonal, in der Grösse wechselnd (so dass eine kleine Zelle ringsum von grösseren umgeben ist). Der Scheitel der Frucht ist mit den Spelzen nicht verwachsen; hier finden sich auch, allerdings sehr spärlich und keineswegs regel-

¹⁾ Die Angabe Schimper's l. c. p. 21, dass die Epidermis der Fruchtwand ganz der Tüpfelung entbehre, entspricht nicht den Thatsachen; ein gleiches gilt von seiner Angabe, dass die Zellen der Innenepidermis der Spelze in der Flächenansicht isodiametrisch, etwas wellig contourirt seien u. a.

mässig auftretend, einzelne Spaltöffnungszellen. Gleichfalls im Gegensatz zu den übrigen Stellen der Oberhaut, welche stets frei von Haaren gefunden wurden, ist die Spitze der Frucht dicht behaart. Die Haare sind verhältnismässig dünnwandig, an der Basis nicht zwiebelförmig erweitert. (Fig. 19 *h*).

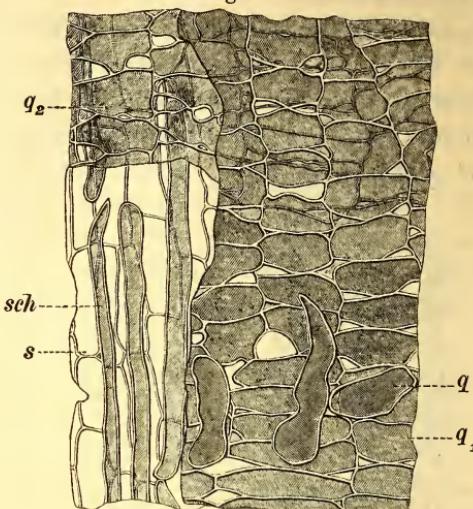
Die Mehrzahl der Haare hat eine Länge von 0·14 bis 0·15 mm und an der Basis eine Breite von 0·012 mm.

Auf dem Scheitel der Frucht finden sich auch die Reste der Narben, an welchen mehrzellige verzweigte Haare (Fig. 19 *k*, *l*), die daselbst neben zahlreichen einfachen Haaren (Fig. 19 *i*) auftreten, besonders auffallen. Einzelne dieser Haare erreichen eine Länge von 0·65 mm und darüber.

In dem Haarschopfe der Gerstenfrucht finden sich gleichfalls oft zahlreiche Pollenkörner und deren Reste, Pilzsporen etc.

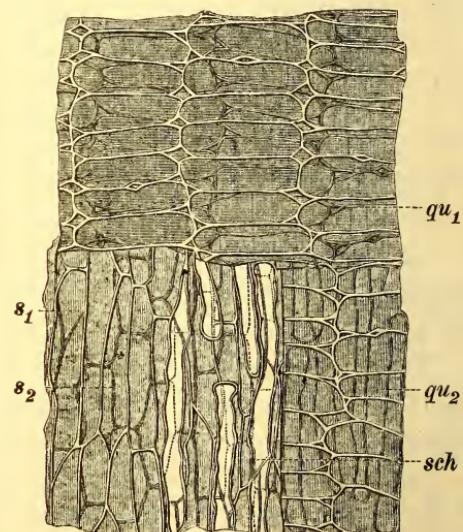
Die einzelnen Lagen der Fruchthaut zeigen auch in chemischer Beziehung ein etwas abweichendes Verhalten. Chlorzinkjod färbt die cutinisierte äusserste Schicht der Oberhaut braun; am intensivsten ist die Färbung an den mit der Spelze nicht verwachsenen Zellen des Scheitels; die oberen Lagen der Fruchthaut werden grau, die unteren blauviolett gefärbt; es hat demnach die

Fig. 15.



Die tieferen Schichten der Fruchtwand und die Samenhaut in der Flächenansicht. *q*—*q*₂ Querzellen, *sch* Schlauchzellen, *s* äussere Samenhaut. Vergr. 200.

Fig. 16.



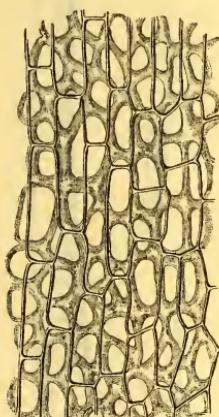
Flächenansicht der tieferen Schichten der Fruchtwand und der Samenhaut. *q*₁—*q*₂ Querzellen, *sch* Schlauchzellen, *s*₁ äussere, *s*₂ innere Lage der Samenhaut. Vergr. 200.

Zellwand der oberen Lagen eine weitergehende Veränderung erfahren, als jene der unteren Lagen. Mit dem abweichenden chemischen Verhalten der Zellwände steht wohl auch das Auftreten von zahlreichen Tüpfeln in den Wänden der oberen Lagen in Beziehung.

Die Schichten der Fruchtwand sind, wie bereits erwähnt wurde, im reifen Korn zusammengepresst, (und zwar auf den Rücken der Frucht am stärksten, schwächer auf den Seiten und in der Furche), und können nur durch längere Einwirkung von Kalilauge deutlicher sichtbar gemacht werden; dabei werden die Zellen der oberen Lagen gebräunt, während die unteren Lagen nach einer vorübergehenden Bräunung farblos werden.¹⁾

Die Querzellen (Fig. 15 und 16 *q—q₂*) treten in zwei- bis dreifacher Lage auf. Während der Entwicklung der Frucht enthalten sie Chlorophyll und sind daher Ursache der Grünfärbung des Fruchtknotens.

Fig. 17.



Innere Samenhaut mit darunterliegenden (leeren) Kleinzelzen. (Flächenansicht).

Vergr. 200.

Im Gegensatz zu den übrigen bisher beschriebenen Schichten sind die Querzellen rechtwinklig (quer) zur Längsachse des Kernes angeordnet (Fig. 1, 2, 15, 16 *qu*).

Die äusserste, an die Fruchthaut angrenzende Lage ist nur mehr in Resten vorhanden; ihre Zellen wurden frühzeitig während der Entwicklung der Frucht getrennt, und hierauf in der Längsrichtung des Kernes gestreckt, so dass ihre Breite die ursprüngliche Länge meist um das zwei- bis vierfache überragt. Sie erscheinen dann in Form unregelmässiger, isolirter Schläuche, (Fig. 15 *q*), einzeln oder zu mehreren vereint, die Richtung der übrigen Lagen kreuzend; nur verhältnismässig selten sieht man sie noch in der ursprünglichen Anordnung.

Die übrigen beiden Lagen dagegen bilden zusammenhängende Zellschichten, die meist parallel zu einander verlaufen (Fig. 15 und 16 *qui, qu₂*). Die Zellen sind zartwandig, häufig regelmässig, doch an manchen Stellen z. B. oberhalb des Keimes auch sehr unregelmässig

¹⁾ Die angeblichen „im Querschnitte rundlichen kleinen, sehr stark verdickten Zellen mit punctförmigen Lumen“, welche Harz l. c. p. 1155 bei Beschreibung der Fruchthaut von *hordeum vulgare* anführt, sind querdurchschnittene Haare der inneren Oberhaut der Spelze, welche wie oben angegeben wurde, unterhalb der Gefässbündel besonders stark entwickelt sind.

gestaltet, an den Ecken und Kanten abgerundet, wodurch zahlreiche Intercellularräume entstehen. Die Zahl und Grösse der letzteren wird häufig auch noch durch Einschnürungen in der Mitte oder an den Enden der Zellen vermehrt (vergl. Fig. 16).

Zuweilen verschwinden die Intercellularräume, besonders an flachen Stellen des Kornes (z. B. im oberen Theile des Rückens) beinahe vollständig. Im Allgemeinen ist die obere Lage reicher an Intercellularräumen.

Je nach der Streckung, welche die Querzellen in Folge des Dickenwachstums des Kornes erfahren, sind sie entweder verhältnismässig lang und schmal, oder kurz und breit. (Vergl. Fig. 15 und 16). Ihre Dimensionen betragen:

Erste Lage: Länge 0·02—0·04 mm, meist 0·03 mm, Breite 0·11—0·12 mm; häufig sind die Zellen auch kugelig mit einem Durchmesser von 0·04—0·05 mm.

Zweite Lage: Länge 0·04—0·11 meist 0·08 mm, Breite 0·019—0·025 meist 0·02 mm.

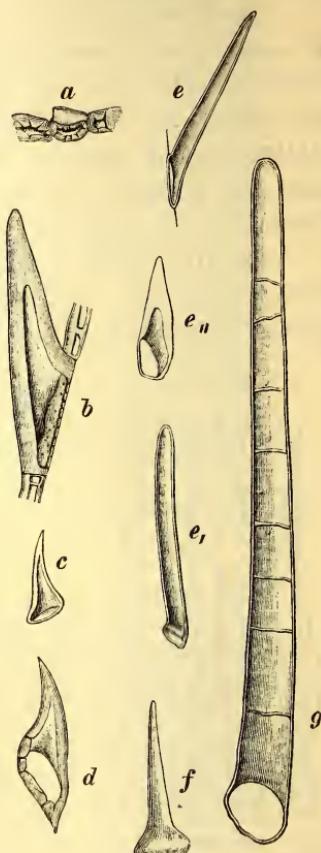
Unterste Lage: Länge 0·05—0·15 meist 0·10 mm, Breite 0·014—0·025 meist 0·16 mm.

Die Wände sind obgleich zart, doch sehr widerstandsfähig; sie widerstehen einige Zeit selbst der Einwirkung concentrirter Schwefelsäure. Chlorzinkjod färbt sie grau, und selbst nach vorhergegangener Kalibehandlung nur grauviolett.

In Folge der Einschrumpfung beim Reifen des Kornes lösen sich die Querzellen stellenweise vollständig von der Fruchthaut los, so dass zwischen diesen beiden Schichten häufig breite Lücken entstehen.

In der Furche des Kornes erfahren die daselbst unregelmässigen Querzellen eine Vermehrung ihrer Lagen, füllen die Furche zum grossen

Fig. 18.



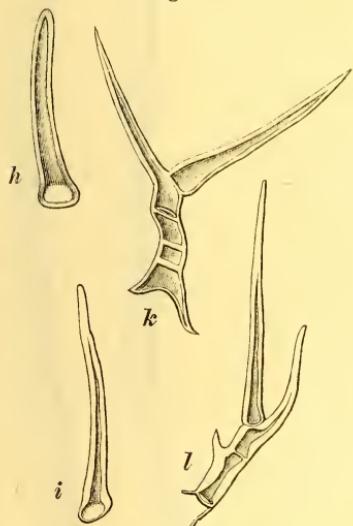
Haare der Gerstenspelze. *a* Kieselhaar (mit anstossenden Epidermiszellen), *b* Kieselhaar vom Rande der Granne, *c* stark verkieseltes Haar von der Flachseite der Granne, *d* stark verkieseltes Haar von der Ansatzstelle der Granne, *e*—*e*₁ Haare vom hängigen Rande der Spelze, *e*₂ verkieseltes Haar vom oberen (abgestützten) Rande der Bauchspelze, *f* gewöhnliche Haarform der inneren Oberhaut der Spelze, *g* Haar von der inneren Oberhaut, der Mittelrippe aufsitzend; (der spröde Inhalt der Haare weist mehrere Bruchlinien auf).

Vergr. 200.

Theil aus, und umgeben die Rudimente des Gefässbündels (Fig. 3 *G₁*) des Fruchtknotens.

Nach innen zu wird die Fruchtwand durch die Schlauchzellen abgeschlossen, welche aber, gleich der äussersten Lage der Querzellen, nicht überall zu finden sind, also keineswegs das Korn in einer zusammenhängenden Schicht einschliessen. Sowohl im Längs- wie auch im Querschnitte treten sie nur in Form einer zarten Linie auf. Deutlich sieht man sie dagegen in der Flächenansicht (Fig. 15) 16 *sch*), in der Form sehr schmaler, langgestreckter Zellen. Sie erreichen eine Länge bis 0·16 mm, sind aber meist blos 0·01 mm breit. In

Fig. 19.



Haare der Gerstenfrucht. *h* Haar der Fruchthaut vom Scheitel der Frucht, *i*—*l* einfache und verzweigte Haare von den der Frucht aufsitzenden Narben. Vergr. 200.

chemischer Beziehung verhalten sich ihre Zellwände ähnlich wie die der Querzellen. Während des Wachsthumes des Kornes werden die Zellen von einander getrennt, so dass sie in der reifen Frucht meist isolirt auftreten.

Die **Samenhaut** besteht aus zwei Lagen lückenlos verbundener Zellen (Fig. 1, 2, 15, 16, 17 *s*—*s₂*).

Die äussere Lage ist in Längs- und Querschnitten nur nach vorhergegangener starker Quellung zu erkennen. Ihre Aussenwand ist vollständig cutinisiert und bildet ein sehr zähes Häutchen, die Querwände und die untere Wand bestehen, wie die Wände der unteren Lage der Samenhaut, aus einer stark quellungsfähigen schleimigen Substanz (Bassorin). Chlorzinkjod färbt letztere

violett, während die der Fruchtschale zugekehrte Aussenwand intensiv braun gefärbt wird.

In der Flächenansicht (Fig. 15 und 16 *s₁*) erscheinen die Zellen in der Richtung der Längsachse des Kornes gestreckt, häufig spitz endigend. Ihre Länge beträgt meist 0·12 mm, ihre Breite 0·016 mm.

Die untere Lage der Samenhaut (Fig. 1, 2 *s₂*) wird vielfach als „hyaline Schicht“ beschrieben. Sie ist in Längs- und Querschnitten viel entwickelter, als die obere Lage (vergl. Fig. 1 und 2 *s₂*), ihre Wände sind sehr quellungsfähig, werden durch Chlorzinkjod violett gefärbt, verhalten sich überhaupt wie die unteren Wände

der oberen Lage, von welchem sie sich überhaupt nur durch ihre stärkere Entwicklung unterscheiden.

Die dem Kern zugekehrte Wand der Samenhaut ist gleichfalls von einem cuticularisirten Häutchen umkleidet, doch ist dies viel zarter als die Cuticula der äusseren Samenhaut.

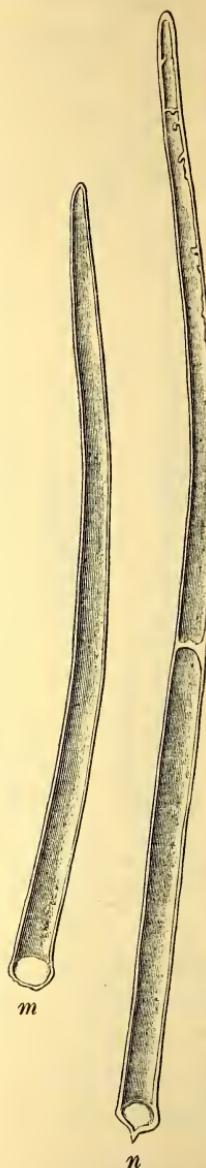
In der Flächenansicht (Fig. 16 *s₂* und 17) erscheinen die Zellen rechteckig, mit etwas eingezogenen Ecken, doch lückenlos verbunden. Zuweilen sind die Zellen lang und schmal (Länge 0·1, Breite 0·01—0·02 mm), in einem andern Falle kurz und breit (Länge 0·05, Breite 0·04 mm); meist schwankt die Länge zwischen 0·06 und 0·07 mm, die Breite zwischen 0·02 und 0·025 mm.

Die Zellen der Samenhaut führen häufig einen körnigen Inhalt, der besonders in der Bauchfurche reichlich auftritt.

In der Furche kleidet die Samenhaut die Vertiefung (den inneren Rand und die Sohle) der ersteren aus, wird aber in der Mitte der Furchensohle von dem Nucellargewebe emporgehoben (Fig. 3), und bildet daselbst mit angrenzenden Nucellarzellen einen intensiv braun gefärbten Wulst, der durch die ganze Länge der Furche verläuft. Oberhalb dieses Wulstes liegen, von Querzellen umgeben, die Rüdimente des Gefäßbündels des Fruchtknotens.

Mit der inneren Samenhaut schliesst die Reihe der mannigfachen den Samen umgebenden Hüllen, soweit sie aus den Spelzen, der Fruchtknotenwand und den Integumenten der Samenknope hervorgegangen sind, ab. Nun folgt aber noch eine derbe und dabei zähe Haut, welche aber bereits auf die äussersten Schichten des Samenknopekerns und des Endoperms zurückzuführen ist, also bereits dem Samen im engeren Sinne angehört. Dem freien Auge erscheint sie nach Entfernung der übrigen Hüllen, was durch Abschälen der letzteren an einem vorher (durch Kochen im Wasser) gut aufgeweichten Korne leicht

Fig. 20.

Haare der Schildchen
(lodiculae) Vergr. 200.

gelingt, als hellgelbe glänzende Haut; unter der Lupe zeigt sie eine zart gekörnelte Oberfläche. Sie besteht aus zwei verschiedenen Schichten.

Die äussere Schicht enthält die oblitterirten Oberhautzellen und Reste des Nucellargewebes (Fig. 1 und 2 *N*), die innere besteht aus den charakteristischen Kleberzellen (Fig. 1 und 2 *k*). Erstere ist nur schwach entwickelt, nach aussen schwach cuticularisirt. Im Querschnitt erreicht ihre Mächtigkeit selbst im aufgequollenen Zustand und an Stellen, wo sie stärker entwickelt ist, kaum 0·01 mm. Ihre grösste Entwicklung erreicht diese Schicht in der Bauchfurche, wo deren oblitterirte Zellen radial angeordnet sind (Fig. 3 *N*). Die sehr quellungsfähigen Wände des Nucellargewebes werden durch Chlorzinkjod blass-violett gefärbt. Stellenweise (z. B. in der Furche) findet sich in den Zellen ein spärlicher Inhalt.

Die Kleberschicht (Fig. 1 und 2 *K*) soll, da sie bereits vielfach beschrieben wurde, hier nur kurz berührt werden. Bekanntlich bilden die Kleberzellen die äusserste Schicht des Endosperms und bestehen im Gegensatz zu anderen Gramineen aus meist drei Reihen. Die oberste Lage ist mit dem Nucellargewebe innig verwachsen. Die Zellen der Kleberschicht sind im Querschnitt kubisch oder radial gestreckt, in der Flächenansicht (Fig. 17) rundlich oder in der Längsrichtung des Kornes gestreckt, meist 0·018—0·02 mm im Durchmesser, beziehungsweise 0·03 bis 0·035 mm lang und 0·02 bis 0·025 mm breit; die Wände sind stark verdickt (0·004 mm) und verhalten sich bezüglich der Quellungsfähigkeit und der Reactionen ähnlich wie jene der Nucellarzellen.

Abweichend von der normalen Anordnung verhalten sich die Kleberzellen in der Furche des Kornes, wo sie, um letztere aus stark reducirten Zellen einen weiten Bogen bilden, und bis zur Mitte des Kornes eindringen; ferner am Scheitel und oberhalb des Keimes, wo sie in der Zahl der Lagen und Grösse der Zellen, sowie auch bezüglich ihres Inhaltes bedeutend reducirt sind, oder auch, wie im letztgenannten Falle, ganz fehlen.

Zum Schlusse möge eine Zusammenstellung folgen, welche einen Ueberblick über die Mächtigkeit der verschiedenen, den Samen der Gerste umgebenden Hüllen gewährt. Die Messungen wurden an einem Querschnitte, welcher durch die Mitte der Rückenspelze geführt war, vorgenommen, und zwar einerseits an einem ungequollenen Präparat (Glycerinpräparat), andererseits nach vorhergegangener Quellung in Kalilauge.

	Ungequollen.	Nach Kalibehandlung.
	mm	mm
Spelze:		
Epidermis	0·012	0·013
Hypoderma	0·017	0·020
Parenchym		
(Innere Oberhaut) }	0·007	0·019
Spelze:	0·036	0·052
Fruchthaut	0·012	0·026
Querzellen	0·006	0·019
Fruchtwand	0·018	0·045
Samenschale	0·008	0·012
Nucellarreste	0·003	0·007
Kleberschicht	0·060	—

Demnach betrug im ungequollenen Zustande die Mächtigkeit der Spelze, Fruchtwand und Samenschale, zusammen 0·062 mm und hievon in Procenten: Spelze 58 %, Fruchtwand 29 %, Samenhant 13 %. An der Mittelrippe gemessen betrug die Mächtigkeit (incl. Gefäßbündel) 0·127 mm, also das Doppelte.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn](#)

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Zoebel A.

Artikel/Article: [Der anatomische Bau der Fruchtschale der Gerste \(Hordeum distichum L.\) 205-228](#)