

ARCHIV DER PHARMACIE.

25. Band, 14. Heft.

A. Originalmittheilungen.

Ueber den anatomischen Bau des Cacaosamens.

Von A. Tschirch.

Der Cacaosame ist eines derjenigen Objecte, welches ausserordentlich oft anatomisch untersucht, beschrieben und abgebildet worden ist. Nichtsdestoweniger ist auch nicht eine der Beschreibungen durchgängig richtig, ja es sind sogar in wesentlichen Punkten unzutreffende Angaben gemacht worden. Es verlohnt sich daher wohl der Mühe, durch eine kurze Darstellung des wahren Sachverhaltes die anatomischen Verhältnisse richtig zu stellen.¹

Dem Cacaosamen haftet stets eine mehr oder weniger dicke Schicht des Fruchtmusses aussen an. Dieses Fruchtmuss besteht aus sehr dünnwandigen, 16—32 mik. breiten, stark tangential gestreckten, in der Flächenansicht daher schlauchförmig erscheinenden Zellen², die durch weite Luftlücken von einander getrennt sind (Fig. 1) und nur nach Innen, gegen die Samenschale zu, etwas dichter zusammenschliessen; dort sind sie auch mehr rundlich als langgestreckt und im Querschnitt breiter. Ihre Schlauchgestalt sowie der Umstand, dass sie seitlich entweder gar nicht oder nur auf kurze Strecken zusammenhängen, bedingt die Eigenartigkeit dieses Gewebes: die Zellen sind nämlich wie Pilzhypphen durcheinander geschlungen. Der Inhalt der Zellen besteht aus Schleim und einer geringen Menge einer durch Jod gelb werdenden körnigen Masse (Plasma). Die äussersten Zellen sind meistens

1) Als Untersuchungsmaterial dienten mir mehrere Sorten der Handelsware und Spiritusmaterial aus dem botan. Museum in Berlin.

2) Möller bildet diese Zellen in seiner Mikroskopie der Nahrungsmittel (Fig. 276 p) unrichtig ab.

zerrissen. Auf dem Querschnitt ist daher die Fruchtmussschicht nach Aussen nicht scharf umschrieben. Sie ist eben nur der innerste

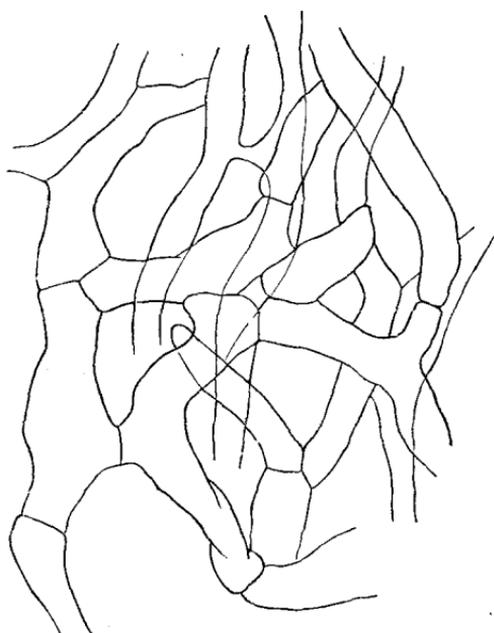


Fig. 1. Zellen aus dem der Samenschale anhängenden Fruchtmuss. Vergr. 350.

Theil eines gleichartigen Gewebes. Bei den mir vorliegenden Samen des Handels findet man in dem anhängenden Fruchtmuss stets eine Unzahl von Hefepilzen: Millionen ovaler *Saccharomyces*zellen erfüllen die ganze peripherische Zone. Es hat dies nichts Auffallendes, da die Cacaosamen bekanntlich meist einem Gährungsprocesse (dem Rotten) unterworfen werden. Bei Alkoholmaterial fand ich diese *Saccharomyces* nicht und dürfte ihr Auftreten in so grosser Zahl überhaupt einen guten

Unterschied gerotteter und ungerotteter Cacaosamen bilden. Im Handel finden sich vorwiegend gerottete.

Trocknet man die Samen, so trocknen die anhängenden Fruchtmussreste zu einer dünnen, hornartigen, durchsichtigen Schicht zusammen, die dort, wo sie dichter aufliegt, sich mit dem Messer in eckigen Stücken absprenge lässt, doch haftet sie verhältnissmässig fest am trocknen Samen der Handelswaare. Bei Spiritusmaterial lässt sie sich dagegen mit Leichtigkeit abpräpariren.

Wirft man die Samen in Wasser, so schwillt die aufliegende Fruchtmussschicht ausserordentlich an und der ganze Same erscheint in Folge des schleimigen Inhaltes der Fruchtmusszellen von einer dicken, schleimigen Hülle umgeben. Während der trockene Same braun erscheint, da die aufliegende Mussschicht die Farbe der Samenschale durchschimmern lässt, ist der in Wasser liegende weisslich; während der trockene glatt erscheint, ist der befeuchtete schlüpfrig.

Sehr charakteristisch ist die das Fruchtmuss nach Innen zu (gegen den Samen hin) begrenzende Epidermis desselben gestaltet. Während

die Zellen derselben im Querschnitte etwas auffallendes nicht zeigen (Fig. 2 *fe*) — ihre Aussenwand ist wie bei den meisten Epidermiszellen etwas stärker verdickt — ist ihre Flächenansicht sehr charakteristisch (Fig. 3 *fe*). Die Zellen erscheinen hier nämlich sehr stark gestreckt und mit ihren stumpf zugespitzten Enden zwischeneinander eingekeilt.¹ Die sehr dünnen, schwach lichtbrechenden, daher stets dunkel erscheinenden Membranen dieser Zellen sind nicht ganz gleichmässig dick, sondern zeigen auf der Flächenansicht hier und da rundliche Verdickungen (in Fig. 3 nicht dargestellt). Die Flächenansicht, die das charakteristische Bild dieser Epidermiszellen giebt, zeigt auch, dass dieselben trotz ihrer grossen Länge ziemlich schmal sind, auch in ihrer Breite nicht sehr variiren. Ich fand sie etwa 8—11 mik. breit. Die ganze Schicht erscheint daher bei schwächerer Vergrösserung in regelmässigen Abständen fein parallel gestrichelt.

Der Same selbst besteht aus der Samenschale und dem Samenkern (Same im engeren Sinne).

Die Samenschale wird zu äusserst von einer einreihigen Epidermis begrenzt, deren Zellen nach Aussen hin stark verdickt sind. Es liegen also die beiden verdickten Seiten der Epidermiszellen des Fruchtmusses und der Samenschale aufeinander (Fig. 2 *fe* u. *se*). Eine organische Verbindung zwischen beiden findet natürlich nicht statt, doch haftet das Fruchtmuss und besonders dessen Innenepidermis ziemlich fest auf der Epidermis der Samenschale. Die Aussenwand der Epidermiszellen der Samenschale ist besonders aussen gelblich bis gelbbraunlich. Die Epidermiszellen selbst sind ziemlich gross. Da die Verdickung der Aussenwand auch an den Seitenwänden der Regel nach noch ein Stück nach Innen keilförmig vorspringt, so erscheinen die Epidermiszellen des Samens in der Flächenansicht meist dickwandig (Fig. 3 *se*) und nur dort sind sie es nicht, wo ein solches Vordringen der Verdickung an den Seitenwänden nicht statthat. In der Flächenansicht erscheinen die Epidermiszellen

1) Möller bildet diese Zellen in seiner Mikroskopie der Nahrungsmittel (Fig. 276 *qu*) nicht ganz richtig ab. Auch ist seine Angabe, diese Schicht liege „unter der Oberhaut“ des Samens, falsch. Wie aus Obigem hervorgeht, gehören diese Zellen gar nicht zum Samen, sondern zum Fruchtmuss, liegen also auch nicht unter der Oberhaut des Samens. Auch Schimper (Anleitung z. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genussmittel, Fig. 40) verkennt den Sachverhalt.

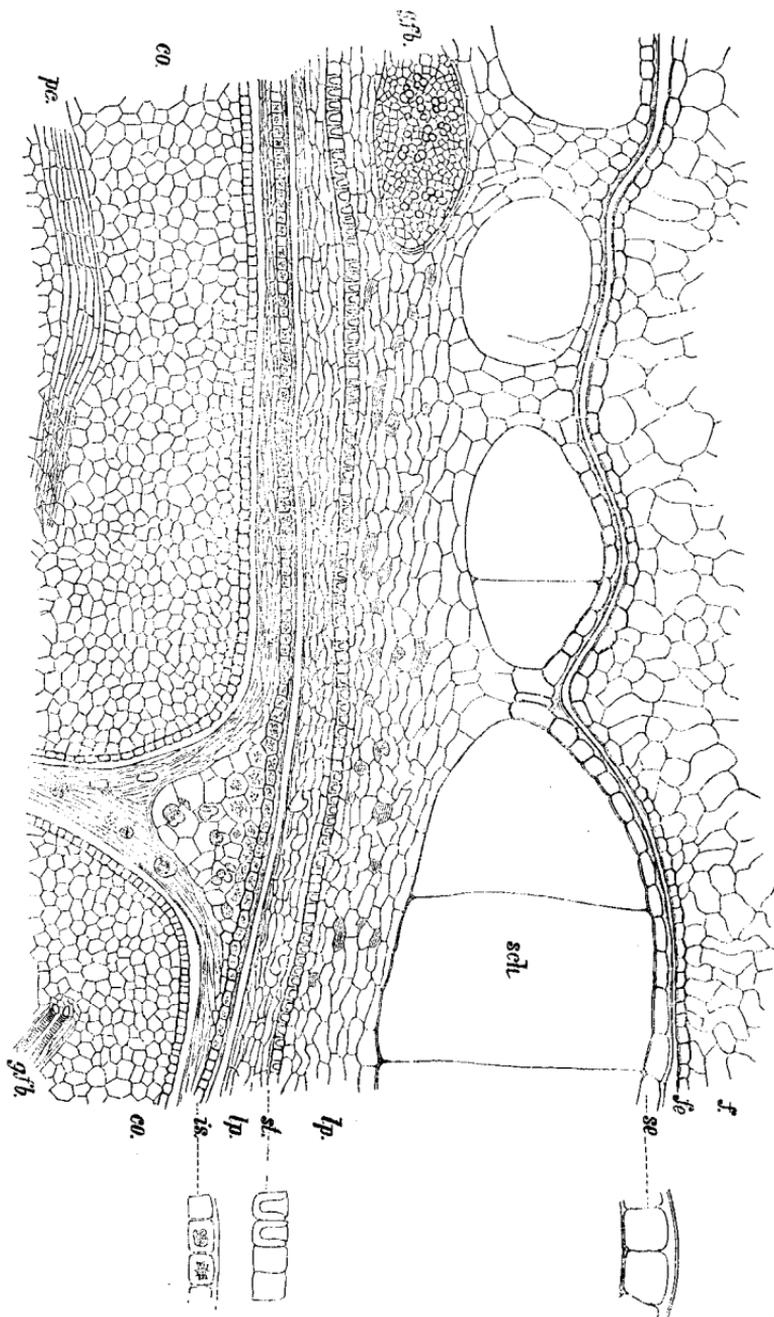


Fig. 2. Querschnitt durch die Samenschale (mit aufliegendem Fruchtmuss) und die äussere Partie des Samenkerns. Vergr. 45.
f Fruchtmuss. *fe* innere Epidermis der Samenschale. *se* Epidermis der Fruchtmuss. *sch* Schleimzellen, *lp* durchlüftetes Parenchym, *gfb* Gefässbündel. *st* Sclerenzenreihe. *is* innere Samenhaut. in der Mitte sich zwischen

gestreckt polyëdrisch. Niemals lassen sie zwischen sich dreieckige Interzellularen erkennen,¹ denn Epidermiszellen schliessen bekanntlich seitlich stets lückenlos aneinander (Fig. 3 *se*). Ihre Breite beträgt 30 — 43 mik.

Führt man durch den äusseren Theil der Samenschale der Droge einen Längsschnitt, so bekommt man also bei der höchsten Einstellung die Zellen des Fruchtmusses (Fig. 1) zu sehen, bei mittlerer Einstellung folgt sodann die Epidermis des Fruchtmusses und unmittelbar darunter die Epidermis der Samenschale.² Die beiden Epidermen sind nun in der Weise aufeinander gelagert, dass die Begrenzungslinien der schmalen Epidermiszellen des Fruchtmusses in schiefer Richtung³ die der Epidermiszellen der Samenschale

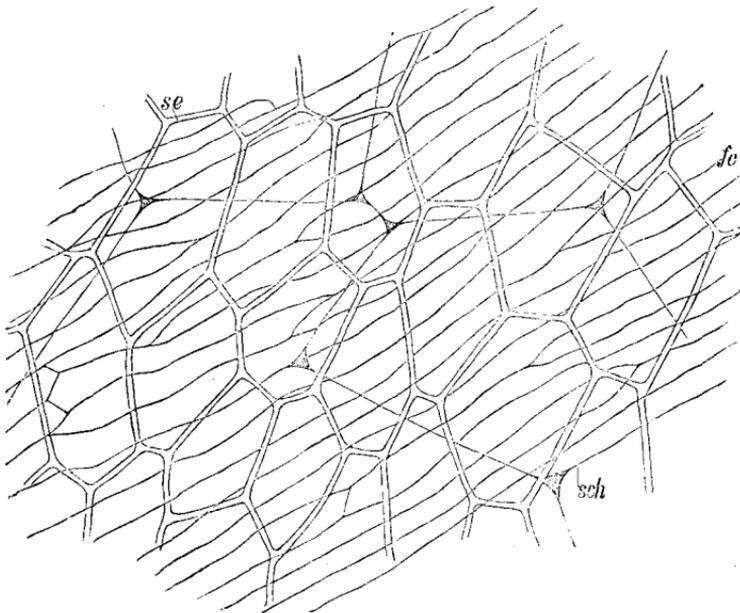


Fig. 3. Die Epidermis der Samenschale und des Fruchtmusses von der Fläche (von aussen) gesehen. Vergr. 200.
fe die oben aufliegende Fruchtmussepidermis, *se* die Epidermis der Samenschale, *sch* die darunter liegenden Schleimzellen.

durchschneiden. Durch diese eigenartige Anordnung wird also ein für diagnostische Zwecke verwendbares Bild erhalten (Fig. 3); nur

-
- 1) Möller bildet a. a. O. solche fälschlich ab (Fig. 276 *ep* oben).
 - 2) Die Möllersche Zeichnung (Fig. 276) ist also nicht richtig.
 - 3) Nicht horizontal, wie Möller abbildet.

muss man berücksichtigen, dass bei dem zerstoßenen und zermahlenden Samen sich auch häufig das Fruchtmuss von der (mit ihm ja auch nicht organisch verbundenen) Samenschale trennt und alsdann beide Schichten getrennt und nicht übereinander gelagert erscheinen. In der That habe ich bei meinen Untersuchungen über den Eichelcacao¹ wiederholentlich Bilder erhalten, wo die sonst so charakteristische Uebereinanderlagerung sich nicht wahrnehmen liess, wo ich vielmehr nur die Schalenepidermis auffinden konnte. In allen den Fällen wird dies ausnahmslos stattfinden, wo die schlüpferige Aussenschicht (Fruchtmuss) durch Abreiben der eingeweichten Samen entfernt wurde. Einen allzugrossen diagnostischen Werth kann ich also dem sonst so charakteristischen Bilde (Fig. 3) nicht beimessen. Immerhin wird es dort, wo man es findet, einen guten Anhaltspunkt für die Entscheidung der Frage, ob Cacaoschalen einem Cacao beigemischt sind — der Cardinalfrage, um die es sich ja zumeist bei Cacao-untersuchungen handelt — abgeben. Wo es nicht auffindbar ist, darf auf Abwesenheit von Schalen jedoch nicht geschlossen werden.

Uebrigens, dies sei hier in Parenthese eingeschaltet, habe ich noch niemals ein Cacaopulver angetroffen, das absolut schalenfrei gewesen wäre. Ausserordentlich geringe, freilich kaum in Betracht kommende, Mengen finden sich z. B. selbst in dem besten Stollwerckschen Cacaopulver, dem z. Z. wohl besten Cacao des Handels.

Unter der Epidermis der Samenschale liegen sehr grosse ovale, etwas tangential gestreckte, auch in der Längsansicht ein wenig gestreckte Schleimzellen² (Fig. 2 *sch*). Dieselben erreichen bisweilen eine ganz ausserordentliche Ausdehnung, sind aber im trockenen Samen, in Folge Eintrocknens ihres gelblichen Schleiminhaltes, stark in radialer Richtung zusammengefallen. Sie erscheinen daher erst deutlich, wenn man Wasser zutreten lässt. Alsdann strecken sie sich stark und nehmen, indem der Schleim aufquillt, ihre ursprüngliche Gestalt wieder an. Sie liegen unmittelbar unter der Epidermis und sind von einander durch wenigzellige Lamellen

1) Tagebl. d. Berliner Naturforschervers. 1886 und Pharm. Zeit. 1887 Nr. 27.

2) Diese für die Samenschale höchst charakteristischen Zellen hat weder Möller, noch Vogl (Commentar z. österreich. Pharmac. III. Aufl.), noch Schimper erwähnt. Flückiger erwähnt zwar (Pharmakognosie II. Aufl. S. 914) Schleimräume in der Samenschale, deutet dieselben aber als Höhlen, die durch Zerreißen von Zellwänden entstanden sind.

getrennt. Die Zellen dieser Lamellen sind deutlich radial gestreckt. In Folge des Zusammentrocknens der Schleimräume erscheinen ihre Membranen oftmals wellig verbogen. Da sie eine eigene Membran besitzen, so müssen wir sie als Schleimzellen betrachten. Ein Secernirungs-Epithel fehlt ihnen natürlich, dagegen werden sie meistens durch sehr zarte Querwände gekammert (Fig. 2 *sch*). Diese Querwände, die beim raschen Aufquellen der Samenschale oftmals zerreißen,¹ sind es, die man bei Flächenschnitten durch die äusseren Schichten der Samenschale bisweilen als ein zartes, weitmaschiges Netz, mit oftmals verdickten Ecken unmittelbar unter den Epidermiszellen der Samenschale sieht (Fig. 3 *sch*). Die Zellen, welche die Schleimräume an der Seite und Innen begrenzen — aussen läuft nur die Epidermis darüber hinweg — schliessen lückenlos aneinander. Sie sind parenchymatisch und rundlich-isodiametrisch. Weiter nach Innen zu wird das Parenchym aber ganz ausserordentlich lückig (Fig. 2 *lp*). Die schmalen und dünnwandigen, im Querschnitt stark tangential gestreckten, Zellen besitzen eine sternförmige Gestalt und gleichen fast denen der Schwammschicht der Pomeranzenschale (Albedo), sind also von unregelmässig-grossen, meist weiten und rundlichen Interzellularen durchzogen (Fig. 4).² Diese Schwammschicht enthält ebenfalls gelblichen Schleim, hie und da ist aber schon hier ein Fetttröpfchen oder eine kleine Fettdrüse wahrzunehmen. Die ganze Schicht ist für die Cacaoschale sehr charakteristisch. Auch an gepulvertem Material ist dieses Stern- bez. Schwammparenchym leicht aufzufinden.

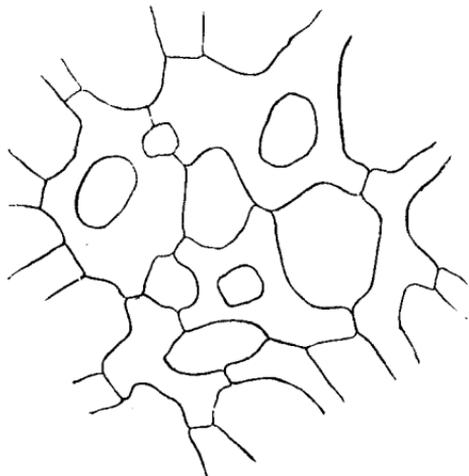


Fig. 4. Durchlüftetes Parenchym, von der Fläche gesehen (*lp* in Fig. 2).

1) Dies hat Flückiger offenbar veranlasst, die Schleimhöhlen als lysigenen Ursprungs anzusehen.

2) Möller hat a. a. O. diese Zellen unrichtig abgebildet (Fig. 275 B. p).

Weiter nach Innen zu kommt alsdann die Sclereïdenschicht (Fig. 2 *st*).¹ Dieselbe besteht aus sehr kleinen, auch in der Längsrichtung gar nicht oder nur wenig gestreckten Zellen, die an ihrer Aussenwand gar nicht oder nur sehr wenig, an den Seiten und Innen aber stark und gleichmässig verdickt sind.² Auf einem Oberflächenschnitte durch diesen Theil der Samenschale fällt die Sclereïdenschicht sofort auf. Die Zellen erscheinen hier isodiametrisch oder wenig gestreckt, allseitig gleichmässig verdickt (Dicke der Wand 3—4 mik) und porenfrei (Fig. 5). Sehr charakteristisch für diese, stets einreihige Sclereïdenschicht ist es, dass sie niemals eine gleichartige ist (Fig. 2 u. 5). Die Sclereïden werden vielmehr an vielen Stellen durch im Querschnitt quadratische, in der Flächenansicht isodiametrische, dünnwandige Parenchymzellen unterbrochen. Es sind dies wiederum solche „Durchbrechungsstellen des mechanischen Ringes behufs Herstellung des Saftverkehrs“, wie ich deren schon mehrere anderwärts³ beschrieben habe. Auf der Flächenansicht sieht man diese Durchbrechungsstellen als vielzellige, unregelmässig umrissene Zellflächen sich zwischen die Sclereïden einschieben (Fig. 5 *b*). Hierdurch kommt wiederum ein

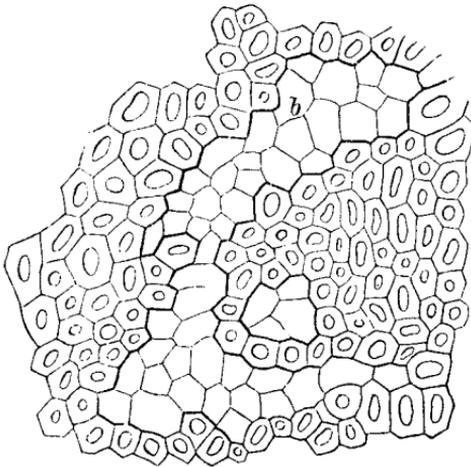


Fig. 5. Steinzellenschicht, von der Fläche gesehen (*st* in Fig. 2). *b* eine Durchbrechungsstelle. Vergr. 110.

für den Flächenschnitt sehr charakteristisches Bild zustande, welches

1) Bezüglich der Bezeichnung Sclereïden verweise auf meine Abhandlung in Pringsheims Jahrbüchern XVI. H. 3 Beiträge z. Kenntniss des mechanischen Gewebesystems der Pflanzen und Ber. d. deutsch. bot. Ges. III. S. 73, wo ich diesen, von Sclerenchym abgeleiteten, Ausdruck auf alle mechanischen Elemente, die nicht Stereïden (Bastzellen), Collenchym oder Libriform sind, anwende. Die s. g. Steinzellen sind die häufigste Form, die die Sclereïden annehmen.

2) Diese Schicht ist bisher stets unrichtig beschrieben worden.

3) Berichte der deutsch. bot. Ges. II. p. XXVII.

diagnostischen Werth besitzt. Allein schon die Sclereiden selbst sind so eigenartig, fallen so leicht in die Augen, dass schon ihre Form einen sehr wesentlichen Anhaltspunkt bei der Beurtheilung der Frage, ob einem Cacao Schalen beigemischt sind oder nicht, bietet. Jedenfalls bieten sie, neben dem Schwammparenchym, das wichtigste Merkmal. Die Breite der Sclereiden ist etwa 10—12 mik., die Länge 10—30 mik.

Innerhalb der durchbrochenen Sclereidenreihe folgt eine schmalere Schicht eines Parenchyms, das dem oben beschriebenen im Allgemeinen gleicht. Seine Zellen erscheinen jedoch im Querschnitte noch schmaler. Eine als solche charakterisirte Epidermis schliesst die eigentliche Samenschale nach Innen, gegen die Samenhaut hin, nicht ab.

In dem reichdurchlüfteten Schwammparenchym ausserhalb der Sclereidenreihe liegen grosse, sehr vielzellige Fibrovasalstränge (Fig. 2). Alle Elemente derselben sind sehr klein. Die Gefässe messen nur 5,5—10 mik. im Querdurchmesser, die um die Gefässe herum gelagerten Elemente des Siebtheils sind noch viel schmaler.

Die Gefässe sind fast ausnahmslos Spiralgefässe. In der Längsrichtung verlaufen sie geschlängelt. In der Handelswaare, in der das sehr zartwandige Phloëm meist vollständig oder nahezu vollständig zerrissen ist, liegen die Gefässe in Folge dessen oftmals fast ganz isolirt. Auch lassen sich hier Siebröhren, die bei Spiritusmaterial deutlich hervortreten, nicht mehr unterscheiden. Steinzellen, die Möller als Begleiter der Gefässbündel angiebt und auch abbildet,¹ habe ich niemals darin gefunden.

Die innere Samenhaut (Fig. 2 *is*) ist weder mit der Samenschale, noch mit dem Samenkern verwachsen. Sie zerfällt in zwei Schichten. Die äusserste ist eine einreihige Epidermis, die sich continuirlich über die ganze äussere Fläche der Samenhaut hinzieht. Die kleinen, nach Aussen schwach verdickten Zellen bieten in der Flächenansicht ein

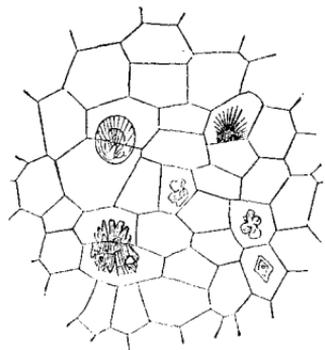


Fig. 6. Aeusserer Epidermis der inneren Samenhaut, von der Fläche gesehen (mit Fettsäurekrystallen).

1) a. a. O. S. 321 Fig. 275 B. st.

charakteristisches Bild (Fig. 6). Sie sind drei- oder auch vier-, bez. vieleckig. Von der Fläche gesehen etwa 8—22 mik. breit und 21—24 mik. lang. In den meisten dieser Zellen liegt entweder ein oft traubiger Fettballen, oder eine zierliche, meist der Seitenmembran ansitzende Fettsäure-Krystalldruse, oder auch ein einzelner Krystall.

Diese Epidermis ist stets einreihig. Sie besitzt niemals Trichome.¹ Die zweite Schicht der inneren Samenhaut besteht aus sehr dünnwandigen, stark tangential gestreckten, farblosen Zellen, die in mehrfacher Lage über einander liegen und gleichfalls, aber seltener, Fettsäurekrystalle führen (Fig. 2 *is*). Diese Schicht, und diese allein ist es, die sich zwischen die Cotyledonen einfaltet, sie von einander trennend.² In Fig. 2 ist eine Stelle gezeichnet, wo die innere Samenhaut eine solche Einfaltung bildet. Aus der Figur ist zugleich ersichtlich, dass an diesen Einfaltungsstellen noch eine dritte, mittlere Schicht, auftritt, die, aus rundlich-polyëdrischen Zellen gebildet, durch besonders grossen Reichthum an Fettsäurekrystallen oder traubigen Fettmassen auffällt.

Die innere Schicht der Samenhaut wird gegen den Samenkern hin nicht von einer als solche charakterisirten Epidermis abgeschlossen (Fig. 2 *is*). Niemals entwickelt sie Trichome.³

Der Samenkern selbst besteht aus den beiden dick fleischigen Cotyledonen, die etwas oberhalb der Basis mit dem kurzen, bei der Handelswaare oftmals kantigen und an der Spitze verdickten Würzelchen verwachsen sind. Die Cotyledonen zeigen bekanntlich sehr eigenthümliche Faltungen. Dieselben sind so bizarr, dass man auf succedanen Querschnitten niemals das gleiche Bild erhält. In der Figur 7 habe ich zwei, gewissermaassen typische Bilder dargestellt. Aus denselben ist ersichtlich wie vielfach die Keimblätter sich in einander falten. Alsdann sieht man daraus aber auch, dass die Blätter selbst niemals eine glatte Contur besitzen,

1) Möller bildet fälschlich (a. a. O. Fig. 275 A) die Mitscherlich'schen Körper auf dieser Epidermis aufsitzend ab.

2) Man erhält daher nur selten das Bild der Samenhaut, das Möller Fig. 275 abbildet.

3) Vogl bildet fälschlich auf ihr aufsitzend die Mitscherlich'schen Körperchen ab (a. a. O. Fig. 92 auf S. 202).

sondern vielmehr mannichfach gewunden und eingekerbt erscheinen und in der Dicke sehr variiren. Die Einkerbungsstellen besonders sind es, wo der trockene Cotyledon leicht zerbricht, denn dieselben sind manchmal so tief, dass sie bis über die Mitte des Blattes reichen. So kommt es denn, dass der trockne Samenkern der Handelsware beim Zerdrücken in zahlreiche eckige Stücke zerbricht.

Die Epidermis der Cotyledonen und der Radicula besteht aus kleinen polyëdrischen Zellen, die stets mit einem dunkelbraun gefärbten Inhalt versehen sind. Durch diese Färbung unterscheiden sie sich etwas von dem inneren Gewebe. Aus diesen Epidermiszellen

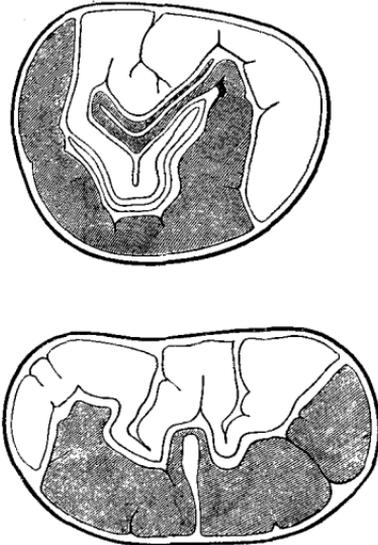


Fig. 7. Schematische Querschnittsbilder, die eigenthümliche Faltung der Cotyledonen nach zwei verschiedenen Typen zeigend.

entstehen an bestimmten Stellen die grossen vielzelligen Haarbildungen, die unter dem Namen Mitscherlich'sche Körperchen bekannt sind (Fig. 8). Dieselben besitzen zwar oft, aber nicht immer einen mehrzelligen Kopf und enthalten in allen Zellen den gleichen braunen körnigen Farbstoff, wie die Epidermiszellen. Da die Basalzelle ihre äussere Theilungswand nicht im Zuge der äusseren Epidermiszellmembranen besitzt, dieselbe vielmehr etwas weiter nach Aussen liegt (Fig. 8a), so brechen die Haare an dieser Stelle ausserordentlich leicht ab. In der Droge findet man denn auch in der That nur wenige Mitscherlich'sche Körperchen noch an den Cotyledonen ansitzend, dieselben hängen vielmehr der fettigen Innenschicht der inneren Samenhaut, die sich, wie wir oben sahen, zwischen den Cotyledonen einfaltet, äusserlich an und können auf dieser dann ohne Mühe aufgefunden werden, wenn man dieselbe herauspräparirt. Darauf ist die von allen seitherigen Beob-

achtern¹ irrthümlich aufgestellte Behauptung, dass die Mitscherlich'schen Körperchen Bildungen der Samenhaut seien, zurückzuführen.

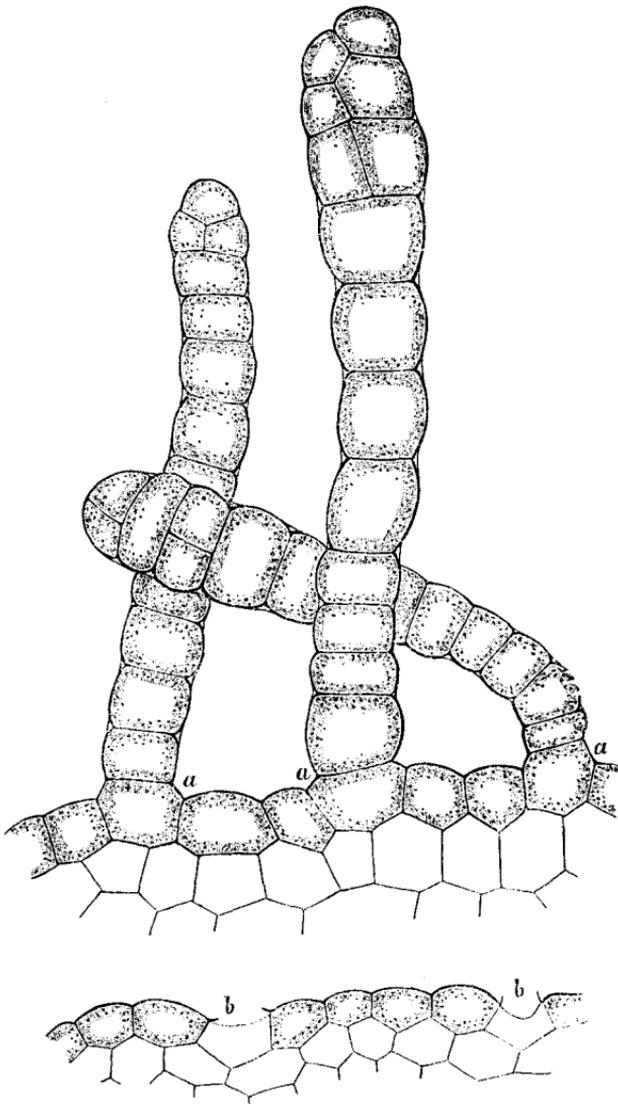


Fig. 8. Die Haarorgane der Radicula und der Cotyledonen (Mitscherlich'sche Körperchen). Vergr. 350.
a Die Stellen, wo die Haare abbrechen. *b* Stellen, wo Haare abgebrochen sind.

1) Nur Schimper (Anleitung zur mikrosk. Untersuch. d. Nahrungs- u. Genussmittel S. 54) scheint den Sachverhalt richtig erkannt zu haben.

Uebrigens gelingt es leicht, wenigstens die Ansatzstellen der Trichome auch bei der Droge leicht aufzufinden (Fig. 8 b).

Diese eigenthümlichen Haarbildungen finden sich niemals an der äusseren, gegen die Samenschale hin liegenden Begrenzungslinie der Samenlappen, reichlicher schon in den seitlichen Falten und an den Rändern der Einkerbungen, besonders reichlich aber dort, wo in Folge nicht vollständigen Zusammenschlusses der aufeinander liegenden Cotyledonen Raum für ihr Entstehen geboten ist. Daher kommt es denn auch, dass die in einer Cotyledonarhöhle liegende Radicula die meisten Mitscherlich'schen Körperchen trägt. Sie ist oft mit einem ganzen Kranze solcher umgeben.

Das Gewebe der Cotyledonen ist sehr gleichartig (Fig. 2 co). Es wird von kleinen, rundlich polyëdrischen Zellen gebildet, die ohne Ausnahme gleichmässig dünnwandig sind (Fig. 9).¹ Der Inhalt besteht aus Fett,

Aleuron und Stärke. Das Fett macht die Hauptmasse aus. Es kommt entweder in unförmlichen Massen in den Zellen vor oder in Form von Fettsäure-Krystallnadeln, Krystalldrusen oder eckigen Plättchen. Auch traubige Massen finden sich da und dort. Wenn man den

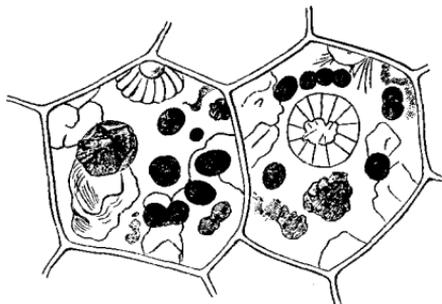


Fig. 9. Zwei Zellen aus dem Cotyledon mit Jod behandelt, in Glycerin. Vergr. 660. Die schwarzen Körner sind durch Jod gebläute Stärke, die grauen Aleuron, die hellen Fettbez. Fettsäuremassen und Krystalle.

Schnitt in Glycerin erwärmt und dann erkalten lässt, kann man das gesammte Fett des Schnittes in grosse prächtige Krystallrosetten überführen.

Die Aleuronkörner sind wenig deutlich ausgebildet, doch kann man sie beim Präpariren in Oel unschwer erkennen, einige, besonders die grösseren, lassen sogar deutlich ein Krystalloid erkennen. Jod färbt sie gelb.

Die Stärke ist sowohl ihrer Masse als Grösse nach sehr variabel. In einigen Sorten fand ich sehr kleine Körnchen, in anderen dagegen

1) Schimper bildet sie nach Inhalt und Membran nicht ganz richtig ab, besonders sind sie niemals collenchymatisch verdickt.

verhältnissmässig grosse. So erreichten die Körner beispielsweise in einer als „Trinidad“ bezeichneten Sorte 8—11 mik., und 2—8 waren häufige Werthe. Da Haferstärke durchschnittlich 5—10 mik., Buchweizenstärke meist 5—10 mik., Reisstärke 4,5—6 mik. grosse Stärkekörner besitzt,¹ so ist bei dieser Sorte also der Unterschied in der Grösse zwischen der Cacaostärke und diesen Stärkesorten so sehr gross nicht. Jedoch ist die Form der Körner abweichend, die Körner der Cacaostärke sind stets rundlich, meist einfach, seltener zu zweien oder mehreren zusammengesetzt. Dass sie, wie Möller angiebt, schwierig verkleistert und langsam gegen Jod reagirt, kann ich nicht finden. Bei den ganz kleinen Körnchen einiger Handelssorten mag dies zutreffen, allein diese Erscheinung ist hier durchaus nicht auf eine Eigenthümlichkeit der Stärke selbst zurückzuführen, sondern beruht darauf, dass die Stärke in Fett eingebettet, also allen Einwirkungen schwieriger zugänglich ist. Bei entfetteten Schnitten sah ich die Stärke sich vollständig normal verhalten.

Am leichtesten kann man sich den Inhalt deutlich machen durch vorsichtiges Erwärmen des Schnittes in Oel. In Wasser zerfällt der Inhalt.

Die Zellen der Radicula weichen in Form und Inhalt nicht von denen der Cotyledonen ab.

In das gleichförmige Gewebe der Cotyledonen eingestreut liegen in einzelnen oder in wenig (3—4)-gliedrigen Radialreihen die bisweilen etwas grösseren Farbstoffzellen. Dieselben enthalten einen rothen, rothbraunen, braunvioletten oder rothvioletten körnigen Farbstoff. Ausserdem wird das Gewebe der Cotyledonen von zarten Gefässbündeln² und Procambiumsträngen³ durchzogen (Fig. 2 *gfb* u. *pc*). Die Gefässe der ersteren sind etwa von der gleichen Weite wie die der Samenschale, aber der Regel nach sehr viel kürzer.

Die Radicula besitzt keinen centralen und axilen Fibrovasalstrang, sondern einen Kranz von zarten Bündeln, der ein Mark einschliesst.

Berlin, im März 1887.

1) Vergl. meinen Artikel Amylum in der Realencyklopädie d. gesammten Pharmacie.

2) Das Vorkommen von fertigen Gefässbündeln in Cotyledonen ist im Allgemeinen selten. Die meisten Samenlappen enthalten nur Procambiumstränge, die erst später (beim Keimen des Samens) sich zu Gefässbündeln entwickeln.

3) Letztere nennt Möller fälschlich „rudimentäre“ Gefässbündel.