

## Secale cornutum.

Mutterkorn, Ergot de Seigle, Ergot of Rye.

Das Mutterkorn des Handels ist das Sclerotium von *Claviceps purpurea* Tulasne, einem Pyrenomyceten.

Die Entwicklungsgeschichte desselben ist folgende. Zur Zeit der Roggenblüte, also im Juni, findet man an den Blüten und besonders am Fruchtknoten eine schleimige, zuckerhaltige Masse, die, unter dem Namen Roggen-Honigtau allgemein bekannt, früher für einen besonderen Pilz gehalten und *Sphaecelia segetum* Léveillé genannt wurde. Die Masse besteht aus einem Geflechte zarter, breiter Hyphen, die an ihren Enden ovale Conidien abströmen. Diese Conidien sind sehr leicht keimungsfähig. Wird daher ein Tröpfchen des Honigtaus von den die Blüten besuchenden Insekten bei feuchtem Wetter auf eine andere Roggenblüte übertragen, so treiben sie in den an den Narbenpapillen und den Lodiculis anhaftenden Regen- und Tautropfen aus, entwickeln einen Keimschlauch und bald ist aus einer solchen Conidie ein neues Sphaeciagebilde entstanden. So kann ein einziges Tier von einer einzigen, vom Roggenhonigtau befallenen Blüte aus zahlreiche andere Blüten infizieren. Schon nach kurzer Zeit konsolidiert sich das Sphaeciastadium, indem es, den Fruchtknoten umwachsend und verdrängend oder sich zwischen ihm und seine Anheftungsstelle einschubend, auch wohl in die äußeren Fruchtknotenschichten eindringend, zu einem ziemlich festen Gebilde von der Form des Fruchtknotens wird, das in seinem Innern zahlreiche gewundene Höhlungen besitzt. Die zwischen diesen Höhlen liegenden Partien bestehen aus einem dichten Geflechte breiter Hyphen, die gegen die Höhlung hin eng aneinander grenzende, radial gestellte, basidienartige Fortsätze, Sterigmen, entsenden. Mit diesem palissadenartigen Sterigmenepithel ist die ganze Höhlung austapeziert. Jeder dieser Fortsätze schmürt nun so reichlich Conidien ab, dass die ganze Höhlung mit denselben erfüllt wird. Das ganze lakunöse Gebilde wird nicht selten einige Millimeter lang und tötet den Fruchtknoten völlig ab, dessen Reste sowohl in seinem Innern wie ganz besonders an seiner Spitze sichtbar bleiben. Im Juli geht es alsdann in den Dauerzustand dadurch über, dass die basalen Hyphen des Gebildes sich nicht mehr strecken, auch nicht mehr Conidien abströmen, sondern an dieser Stelle nunmehr sehr kurze, aber dicht miteinander verbundene Hyphen entstehen, die sich rasch durch Teilung vermehren, so dass nach kurzer Zeit an der Basis der Sphaecelia ein derber, dichter und fester Körper entsteht, der die Reste des Sphaeciastadiums an der Spitze trägt und zuerst

Tschirch und Oesterle, Anatomischer Atlas.

diese und dann sich selbst aus den Spelzen herauschiebt (Fig. 1). Im Juli pflügt die Bildung dieses Dauerstadiums, des Sclerotiums des Pilzes, beendet zu sein. Auch das Sclerotium hat man früher für einen besonderen Pilz gehalten und ihm die Namen *Sclerotium Clavus* DC., *Spermoedia Clavus* Fr., *Secale cornutum* Bald., *Clavaria Clavus* Schrank gegeben. Es ist unser Mutterkorn. Es bildet stumpf drei bis vierkantige, gerade oder schwach hornartig gekrümmte, an den Enden verschmälerte, 15—25, selten bis 60 mm lange, 3—5, selten bis 6 mm dicke Körper, die außen eine violettschwarze, da und dort grauweiße Farbe besitzen, innen grauweiß oder rötlich sind. Frisch sind sie derb-fleischig, trocken hornartig hart. Oft ist die Randschicht durch tiefe Längsfurchen oder Risse zerklüftet. Die Größe des Mutterkorns ist abhängig von der Wirtspflanze, auf der es sich bildet. Es ist kleiner bei den Wiesengräsern, größer bei den eigentlichen Cerealien. Hafer und Gerste kommen nicht in Betracht. Bei uns ist es namentlich der Roggen, dessen geöffnete Ährchen seiner Bildung sehr Vorschub leisten, im Süden *Triticum*, dessen Mutterkorn dicker und kürzer ist, da die Ährchen geschlossener sind als beim Roggen, in Südamerika der Mais, von dem es gesammelt wird. Das Mutterkorn des Mais ist 1 cm lang und breit flaschenförmig. Mutterkorn scheint sich auf den meisten Gräsern bilden zu können, doch werden die kleinen Sclerotien auf *Dactylis*-, *Lolium*-, *Festuca*-, *Calamagrostis*-, *Arrhenatherum*-, *Phragmites*-, *Molinia*-Arten nicht gesammelt. Das Mutterkorn des Hafers ist sehr schlank. Alle diese scheinen jedoch zu dem gleichen Pilze zu gehören und werden offenbar sämtlich von *Claviceps purpurea* Tul. erzeugt. Ihre verschiedene Form ist wohl nur durch die verschiedene Gestalt und Größe der Ährchen und Fruchtknoten bedingt. Auch die in der Form abweichenden Sclerotien auf dem Reis und *Arundo ampelodesma* Cir. scheinen zu *Claviceps* zu gehören. Sie enthalten alle Cornutin.

An seiner Spitze trägt das Sclerotium das „Mützchen“ (Fig. 1 u. 2, ×). Es ist dies der Rest des Sphaeciastadiums. Zerdrückt man das Mützchen in einem Tropfen Wasser, so findet man alsbald zahlreiche, ca. 4 mik lange Conidien im Tropfen, die die charakteristische gestreckt-ovale, stäbchenförmige Gestalt der *Claviceps*-Conidien zeigen (Fig. 3). Durchschneidet man das Mützchen der Länge nach — nachdem es zuvor durch Einlegen in Wasser und Alkohol schnittgerecht gemacht wurde —, so sieht man noch deutlich die Lakunen im

Innern (Fig. 2, *x*) und findet in allen Höhlungen noch reichliche Mengen von Conidien. An der Spitze aber sieht man ganz regelmässig die Reste der dicht mit Haaren besetzten Epidermis des Fruchtknotens des Roggen (Fig. 2, *t*, vergl. auch Taf. 43), bisweilen auch noch die Reste der beiden Narben. Diese Fruchtschalepidermisreste setzen sich nach unten nicht selten ins Innere des Mützchens fort. Ja man sieht sogar bisweilen in der Mitte desselben den Fruchtknoten als obliterierten braunen Schlauch (*y*, Fig. 2).

Die Zellen (Hyphen) des Sclerotiums besitzen im Querschnitt eine rundliche Gestalt (Fig. 8). Das Ganze hat das Aussehen eines Parenchymgewebes. Man hat das Gewebe daher auch als Pseudoparenchym bezeichnet. Doch besitzen die Zellen sehr verschiedene Weite. Mit engen wechseln weite oder gestreckte in unregelmässiger Folge ab (Fig. 8). Im Längsschnitt erscheinen die Zellen schwach gestreckt, bisweilen etwas verbogen, in ihrer Form unregelmässig (Fig. 7). Niemals ist die Längsstreckung jedoch eine starke, so dass die Zellen eine eigentliche Hyphenform nicht annehmen. Durch Chromsäurelösung lassen sich die Zellen leicht isolieren. Ihre Wand ist dünn, ihr Lumen relativ weit. Die Wand besteht aus Pilzcellulose.

Untersucht man frisches Mutterkorn, so findet man, dass ungefähr die äussersten zehn Reihen im Bau von den übrigen abweichen. Sie bestehen aus dünnwandigen langen, in der Längsrichtung des Organs gestreckten, gegliederten Hyphen (*x*, Fig. 8 u. 10). Diese ganze äussere Schicht beginnt, wenn die Farbstoffbildung in der elften Reihe (*x*, Fig. 8) eingetreten ist, zu obliterieren (*y*, Fig. 8) und löst sich schliesslich als feine graue Haut vom Sclerotium ab, so dass das anfangs silbergraue Sclerotium schliesslich dunkelviolett wird und nach aufsen hin nicht von einer epidermisartigen Randschicht, sondern von obliterierten Zellen bedeckt ist. Doch ist die obliterierte Aufsenschicht, wenigstens teilweise, auch bei altem Material oft noch erhalten und bildet den grauweissen matten „Reif“, der die Oberfläche bedeckt. Nach oben hin setzt sich diese äussere Hyphenschicht in das Mützchengewebe fort. Die Farbstoffbildung erfolgt, wie erwähnt, etwa in der elften Reihe, und zwar sowohl im Inhalt wie in der Membran (*x*, Fig. 8).

Der Inhalt der Zellen des Sclerotiums besteht aus sehr eigentümlichen Körnern (Fig. 9), die man am besten sieht, wenn man den Schnitt direkt in Osmiumsäurelösung einträgt. Man findet dann, dass in jeder Hyphe mehrere bald kleinere, bald grössere, bald rundliche, bald gestreckte Körner liegen, die einen andersartigen, dunkleren Kern und eine hellere Hülle besitzen (Fig. 9) und die sich mit Osmiumsäure besonders im Innern braun färben, also Fett enthalten (Oleoplasten). Legt man den Schnitt zuerst über Nacht in Alkohol und beobachtet dann in Alkohol, so findet man diese Körner nicht mehr. An ihrer Stelle liegen rundliche oder gestreckte Gebilde, die wie zusammengefallene Schläuche aussehen und sich mit Jod gelb färben. Die Körner bestehen also aus einem Eiweisskörper und Fett. In ihnen wird wohl auch das Cornutin sich bilden. Der Gehalt an Öl ist bei *Secale cornutum* beträchtlich. Er beträgt im Maximum fast 50 Proz. Durch Einlegen in

Schwefelsäure oder Zufließenlassen derselben zu dem in Wasser liegenden Präparate wird das Öl sofort sichtbar, indem es zu grossen Tropfen zusammenfliesst. Durch Schwefelsäure wird der Schnitt allmählich rot, da Zucker neben Eiweiss vorhanden ist. Weder durch Schwefelsäure, noch durch Eisenchlorid-Schwefelsäure, noch durch Kaliumquecksilberjodid gelingt es, das Cornutin mikrochemisch in den Zellen nachzuweisen.

Die Farbstoffe, Sclererythrin und Scleroxanthin, sind im Inhalt und in den Membranen der meist einreihigen Farbstoffschicht enthalten (*x*, Fig. 8), dringen aber, in den Membranen wandernd, oftmals sowohl nach aufsen wie nach innen vor, so dass nicht selten mehrere Reihen gefärbt erscheinen, ja bisweilen ist das ganze Innere lichtrosa gefärbt. Ammoniak löst den Farbstoff mit rotvioletter Farbe.

Lässt man das Sclerotium „keimen“ — (es keimt in feuchten Sand gebettet schon im gleichen Jahre, im Freien nach der Winterruhe im Frühjahr (März—Juni), nach einem Jahre verliert es die Keimfähigkeit —), so entwickelt es aus den Randschichten unter der Farbstoffschicht unter allmählichem Verbrauch des als Reservestoff im Sclerotium abgelagerten Fettes zahlreiche (bis 30 und mehr) Köpfchen (Fig. 4), die auf rundlichen oder bandartigen, bisweilen gedrehten, violetten, bis 40 mm langen, ca. 1 mm dicken Stielen sitzen. Die Hyphen des Stieles (*St*, Fig. 5 u. 6) sind sehr langgestreckt und führen den violetten Farbstoff im Inhalt. Das Köpfchen zeigt zahlreiche Warzen auf der Oberfläche (Fig. 5) und besteht aus einem Hyphengeflecht. In der Mitte jeder Warze liegt die enge Öffnung eines krugförmigen Peritheciums. Die Zahl der Perithecieen entspricht also der Zahl der Warzen und ist stets eine hohe. In jedem Perithecium liegen zahlreiche gestreckte lineale Schläuche (asci), die im Reifezustande, der etwa zur Zeit der Roggenblüte eintritt, je acht lineale Ascosporen enthalten. Nach Eintritt der Reife werden dieselben aus den Ascis torpedoartig mit ziemlicher Energie durch den sich alsdann erweiternden Peritheciummund aus den oft mit hervortretenden Ascis herausgeschleudert. Trägt sie der Wind auf eine taubenetzte Roggenblüte, so keimen sie durch Austreiben langer Schläuche und entwickeln eine neue Sphaelia in der Blüte. So schliesst sich der Entwicklungsgang. Auch das die Perithecieen tragende Entwicklungsstadium ist früher als ein besonderer Pilz beschrieben und *Cordiceps purpurea* Fries, *Sphaeria purpurea* Fries, *Sphaeria entomorphiza* Schum., *Kentrosporium mitratum* Wallr., *Sphaeropus fungorum* Guib. genannt worden, bis Tulasne die Zusammengehörigkeit aller Stadien zu einem Pilze nachwies, den er *Claviceps purpurea* nannte.

Im Mehl ist beigemengtes Mutterkorn leicht nachzuweisen. Man verkleistert eine nicht zu kleine Partie und bringt sowohl den obenauf schwimmenden, wie die zu Boden sinkenden Fragmente durch Aufsteigenlassen in eine oben mit dem Finger geschlossen eingeführte und dann geöffnete Glasröhre und von dieser auf den Objektträger in Chloral oder

auch nur in einen Tropfen Wasser. Das charakteristische Gewebe des Sclerotiums (Fig. 7 u. 8) ist leicht von allen anderen Fragmenten der Cerealiengewebe zu unterscheiden. Am meisten Ähnlichkeit hat es noch mit dem Gewebe des Scutellums und des Keimlings der Cerealiensamen, doch bildet hier die verschiedene Größe der Zellen und die Dicke der Wand ein gutes Unterscheidungsmerkmal. Beim Mutterkorn wechseln weitere und engere Hyphen in unregelmäßiger Folge miteinander ab. Auch giebt die Wand der Hyphen niemals die Cellulosereaction mit Jod-Schwefelsäure.

### Brand.

Die Brandpilze (Ustilagineen) sind die Ursache einer beim Getreide ziemlich häufigen Erkrankung der Reproduktionsorgane. Die Krankheit ist daran kenntlich, dass man an Stelle der normalen Organe braune bis schwarze pulverige Massen an den Ährchen oder in den Fruchtknoten findet. Das ganze Organ erscheint in ein schwarzes Pulver umgewandelt. Dies Pulver besteht aus zahllosen Sporen. Die Brandpilze sind endophyte Parasiten. Ihr Mycel durchzieht die ganze befallene Pflanze. Auch die Sporen entstehen meist im Innern der Pflanze, übrigens nicht an distinkten Fruchtträgern, sondern durch Abschnürung oder Zergliederung an den Fadenenden. Sie bilden grosse, unbestimmt geformte Massen. An der Stelle wo der Pilz zur Sporenbildung schreitet vermehren sich die Mycelfäden stark, sie erfüllen hier nicht nur das Innere der Zellen, sondern durchwuchern auch die Membranen derselben und zerstören die letzteren nach und nach, so dass ein dichtes Gewirr von Pilzfäden an die Stelle des Zellgewebes tritt. An allen Fäden dieser Pilzmasse entstehen dann die sporenbildenden Fäden: zahlreiche von jenen entspringende kurze Zweige, welche an ihren Enden oder auch noch hinter denselben unter Aufquellen der Membran anschwellen. Gleichzeitig tritt Öl in dem dichten Inhalte auf. Bald zeigen die Enden aller Zweige ein perlchnurartiges Aussehen. Der Inhalt jedes der Glieder dieser kugeligen Anschwellungen umgiebt sich dann mit einer neuen Membran und wird zur Spore, die anfangs farblos ist. In diesem Stadium ist die ganze gallertige Pilzmasse noch von der Membran des Organs umgeben. Nun gehen die sporenen Fäden zu Grunde, während die Chlamydosporen, jetzt gänzlich isoliert, braun bis braunschwarz werden. Das Sporenpulver bleibt entweder zunächst von der Epidermis des Organs umschlossen (Tilletia Caries) oder zersprengt die Epidermis (Ustilago Carbo). Im letzteren Falle erscheint das ganze Organ schwarz bestäubt. Diese Chlamydosporen sind Ruhe- oder Dauersporen. Sie ruhen für gewöhnlich über den Winter (wie das Sclerotium von Claviceps), bleiben aber oft 2—7 Jahre (Ustilago Carbo), 2—8 Jahre (Tilletia Caries und Ustilago Maidis) oder 3—6 Jahre (Ustilago destruens) keimfähig. Bei der Keimung treibt das Endosporium, das Exosporium durchbrechend, einen farblosen Keimschlauch, der zum Promycel wird, an dem alsdann zahlreiche farblose Sporidien entstehen.

Diese Sporidien zeigen, wenn sie durch Zufuhr organischer Substanz (besonders Zucker) ernährt werden, eine starke hefeartige Sprossung. Jedes Sporidium ist im Stande durch Entwicklung eines Keimschlauches und Eindringen desselben in die Epidermis und das darunter liegende Gewebe ein neues Brandpilzmycel zu entwickeln, also eine Infektion der befallenen Pflanze zu erzeugen.

#### Ustilago Carbo Tul.

Der Staub-, Flug-, Nagel- oder Rufsbrand wird von Ustilago Carbo Tul. (Uredo segetum Pers., Uredo Carbo DC., Ustilago segetum Ditm., Caecoma segetum Link.) findet sich auf dem Hafer, der Gerste, dem Weizen und auf vielen Wiesengräsern (Arrhenatherum elatius, Festuca, Avena), nicht auf dem Roggen. Er bildet ein schwarzes Pulver in den Inflorescenzen, deren Ährchen meist vollständig durch den Pilz vernichtet werden. Infolgedessen kommt das Sporenpulver rasch zum Vorschein und die Inflorescenz erscheint schwarz.

Die Sporen sind kugelförmig oder schwach oval (Fig. 11), braun, mit glattem Exosporium, meist 5—8 Mik im Durchmesser (bei Ustilago tritici 5,5—7,5, bei Ustilago hordei 7,5 bis 11,25 Mik).

Die Sporen dieses Brandes kommen selten in das Getreide, da die Brandmasse zur Zeit der Ernte bereits fast vollständig von den Halmen verstäubt ist.

Neuerdings ist diese Art in fünf Arten gespalten worden, die wohl aber nur Varietäten sind: Ustilago hordei Bref. (auf Gerste), Ustilago Jensenii Rostr. (auf Hord. distichum), Ustilago perennans Rostr. (auf Avena elatior) und Ustilago tritici Rostr. (auf Weizen).

#### Ustilago maidis Lévy.

Der Mais- oder Beulenbrand wird von Ustilago maidis Lévy. an den Seitentrieben der Maispflanze, auf welchen sich die Kolben entwickeln, erzeugt. Dieselben wachsen dadurch zu einer unförmlichen Beule aus, die bisweilen die Größe eines Kinderkopfes erreicht.

Die Sporen sind kugelig (Fig. 12), größer als der Staubbrand, 9,5—11,5 Mik im Durchmesser und mit einem braunen, feinstacheligen Exosporium versehen.

Kommt bisweilen im Maismehl vor.

Andere Brandarten des Getreides aus der Gattung Ustilago sind: der Hirsebrand, Ustilago destruens Schlecht. auf der Hirse, Panicum miliaceum. Sporen rundlich-eckig, 8—12 Mik im Durchmesser, braun, Exosporium undeutlich-netzig. Ustilago Fischeri Passer. auf Mais, U. Reiliana Kühn und U. Tulasnei Kühn auf Sorghum vulg. u. a. m.

#### Tilletia Caries Tul.

Der Stein-, Schmier-, Faul- oder geschlossene Brand wird vom Tilletia Caries Tul. (Uredo Caries DC., Ustilago sitophila Ditm., Caecoma sitophilum Link.) erzeugt. Er ist der bei weitem schädlichste Brand des Weizens und auf diesen (mit Einschluss von Einkorn und Spelz) beschränkt. Die Sporenmasse entsteht im Innern des geschlossenen blei-

benden Kornes (Fig. 13a) und bildet ein schwarzbraunes, frisch wie Heringslake (Trimethylamin) riechendes Pulver. Äußerlich sieht man den von dem Steinbrand befallenen Ähren fast nichts an, die kranken Ähren sind daher von den gesunden kaum zu unterscheiden; doch sind bei genauem Hinschen die brandigen Früchte etwas mehr aufgetrieben als die gesunden, die Spelzen stehen daher etwas spreizend auseinander, auch bleiben die befallenen Ähren länger grün. Meist sind alle Ährchen einer Ähre brandig. Die Schale, welche das Brandpulver umgibt, ist dünn und leicht zerbrechlich. Die brandigen Körner fallen nicht ab, werden also mit den gesunden zusammen geerntet und daher kommt es denn, daß das Sporenpulver auch in das Mehl gelangt.

Die Sporen sind ziemlich groß, 17—22,5 mik im Durchmesser. Das blaßbraune Exosporium zeigt wohlausgebildete netzförmige Verdickungsleisten (Fig. 13).

Im Sommerweizen der Alpenländer findet sich die nahe verwandte *Tilletia laevis* Kühn mit glattem Exosporium.

In den Körnern des Roggens kommt der ebenfalls nahe verwandte Kornbrand *Tilletia secalis* Kühn (*Ustilago secalis* Rabenh.) vor, dessen große, meist 18—23 mik im

Durchmesser messende Sporen ebenfalls ein netziges Exosporium besitzen.

In anderen Gräsern sind andere *Tilletia*-arten beobachtet worden.

\* \* \*

Von anderen Brandpilzen, die hier in Betracht kommen, wäre noch des Roggenstengelbrandes Erwähnung zu thun, der von *Urocystis occulta* Rabenh. (*Uredo occulta* Wallr., *Polycystis occulta* Schlechtend.) erzeugt wird und in den Internodien und Blattscheiden des Roggenhalmes vorkommt und bisweilen bis zu den Spelzen der Ährchen vordringt. Da der befallene Halm entweder bevor er Früchte hervorgebracht oder unter der Last der Ähren bricht, so gelangen die Sporen nur höchst selten in das Getreide und das Mehl. Sie sind leicht von allen anderen zu unterscheiden, da wir hier vielzellige Sporen vor uns haben. Um ein oder mehrere central gelegene, größere und gefärbte liegt ein Kranz kleiner, farbloser, peripherischer Zellen. Doch sind nur die centralen keimfähig, also alle eigentliche Sporen anzusprechen. Das ganze Gebilde ist etwa 25 mik breit.

## Kornrade.

Die nierenförmigen, reif fast schwarzen, unreif gelbbräunlichen Samen der Kornrade, *Agrostemma Githago* L. (Fig. 14), eines gemeinen Unkrautes der Getreidefelder, die sich daher leicht in die Getreide verirren, gehen aus campylotropen Oculis hervor, die mit ziemlich langen Funiculis an der centralen Basalplacenta angeheftet sind (Fig. 18). Das Integument entwickelt sich in der Weise weiter, daß die Epidermis allein eine weitere Differenzierung erfährt, das darunter liegende Integumentgewebe aber, nachdem es seinen Inhalt, besonders die Stärke, zur Verdickung der Wand der Epidermiszellen hergegeben, obliteriert (*N*, Fig. 19), sich also als „Nährschicht“ erweist. Die Epidermis des Integumentes verdickt sich schon frühzeitig an der Außenseite und am oberen Teile der Seitenwände (Fig. 20), die Kuticula ist schon jetzt deutlich sichtbar. Später differenzieren sich in der Kuticularschicht feine Stäbchen (Fig. 21,  $\times$ ) und die ganze Schicht hebt sich nunmehr kräftig gegen die inneren Membranschichten ab. Bei der weiteren Entwicklung verdicken sich die inneren Membranschichten stark, und da gleichzeitig auch ein starkes Flächenwachstum eintritt, so wenden sich die Zellen stark hin und her oder wölben sich stark nach außen (Fig. 19 u. 22). Dadurch entstehen zahlreiche Höcker auf der Oberfläche des Samens. Diese Höcker, welche in ziemlich regelmäßigen Bogenreihen angeordnet sind, geben der Außenseite des Samens ein sehr charakteristisches Aussehen (Fig. 14). Die inneren Membranpartien zeigen eine deutliche Schichtung,

die ganze Membran, am unreifen Samen graugelb, ist am reifen braun gefärbt. Die Stäbchenschicht hat am reifen Samen insofern eine Veränderung erlitten, als sich die Kuticula nicht mehr glatt über dieselbe spannt, sondern zwischen den einzelnen Stäbchen eingestülpt ist. Dadurch erhält die äußerste Schicht der Außenmembran ein grobhöckeriges bez. grobkörniges Aussehen ( $\times$ , Fig. 19 u. 22). In der Falte des nierenförmigen Samens, also dort, wo der Funiculus ansitzt, sind die Epidermiszellen infolge einer hier erfolgenden Zusammensetzung sehr schmal und sehr hoch. Von der Fläche gesehen, bietet die Samenschalepidermis das in Fig. 23 dargestellte Bild. Die Zellen sind — ebenfalls eine Folge starken Flächenwachstums — an den Seitenwänden wellig verbogen, die Innenkontur undeutlich infolge der buckeligen Ausbauchung der Zellen und nur die Intercellularsubstanz als feine Linie deutlich. Die Kuticularzapfen erscheinen als rundliche Höckerchen (Fig. 23). An der Innenwand und einem sehr kurzen, fast auf Null verkürzten Stücke der Seitenwand bleibt die Membran der Epidermiszellen dünnwandig. Die Nährschicht ist stark obliteriert (*N*, Fig. 19). Auf der Flächenansicht erscheint sie dort, wo die Zellen erhalten sind, als gestrecktem Parenchym aufgebaut (Fig. 24).

Das Innere des Samens besteht aus dem weißen, mehligem Endosperm und dem gelblichen oder gelblich-grünen Embryo. Das Endosperm (*End*, Fig. 15 u. 16) liegt central, der Embryo umgibt dasselbe ringsum, liegt also peripherisch (Fig. 15

u. 16), so daß derselbe bei einem medianen Längsschnitte (Fig. 16) kreisförmig rings um das Endosperm gelegt ist, bei einem Querschnitte (Fig. 15) an den beiden Polen liegt. Bei  $\alpha$  (Fig. 16) sitzt der bei den oberen Samen der Frucht sehr lange und derbe, bei den tiefer liegenden kurze Funiculus dem Samen an. Hier verläuft unter der Samenschale ein Pigmentstrang. Daneben liegt das Mikropylarende des Samens, auf welches hin die Radicula weist.

Das Gewebe der Radicula und der Kotyledonen ist ein dünnwandiges Parenchym (Fig. 26), welches dicht mit Aleuron und Ölplasma erfüllt ist. Die Oberseiten der Kotyledonen liegen einander auf. Hier finden sich unter der Epidermis 1—2 Palissadenreihen (Fig. 26). Prokambiumstränge durchziehen Kotyledonen und Radicula.

Das Endosperm besteht aus dünnwandigen gestreckten Zellen (Fig. 19), die auf Flächenschnitten rundliche Form zeigen (Fig. 25). Sie sind dicht erfüllt mit Stärke. In einer aus kleinen rundlichen Körnern bestehenden Grundmasse (Füllstärke) sind zahlreiche bald rundliche, bald gestreckt-spindelförmige zusammengesetzte Körner eingebettet (Fig. 19). Die gestreckten Formen (Fig. 27a) prävalieren. Die zusammengesetzten Körner bestehen aus sehr zahlreichen Teilkörnern. Die Körner, sowohl die Teilkörner als die Füllstärke sind rundlich (Fig. 27) und sehr klein, meist 1—2 Mik lang, gehören also zu den kleinsten Reservestärkekörnern. Sie sind im Durchschnitte noch kleiner als die Stärke des Cardamomenperisperms.

Das Sapotoxin, ein Körper der Saponingruppe, das giftige Prinzip der Rade, hat seinen Sitz ausschließlich im Embryo (der Radicula und den Kotyledonen), und zwar vorwiegend in den beiderseitigen Epidermen. Die Epidermis ist ja überhaupt Sitz zahlreicher differenter Körper (vergl. S. 74 u. 157). Legt man einen Längsschnitt in konzentrierte Schwefelsäure (oder ein Gemisch von gleichen Teilen Alkohol und Schwefelsäure), so wird der Embryo sofort intensiv gelb mit einem Stich ins Grünliche. Erwärmt man den Schnitt, so wird er karminrot, besonders in den Epidermen. Der Farbstoff wird von den Öltropfen aufgenommen. Läßt man einige Zeit liegen, so geht die Farbe in Kirschrot, endlich in Violettbraun über. Setzt man zu dem mit Schwefelsäure und Alkohol erwärmten Schnitte etwas verdünntes Eisenchlorid, so tritt sofort Entfärbung ein. Nach einiger Zeit entsteht in den Öltropfen, besonders an den Epidermen, ein grauer Niederschlag.

Eine Beimischung der Radekörner zum Getreide ist auf den ersten Blick zu erkennen. Eine Beimischung zum Mehl verrät sich sowohl durch die eigenartige Samenschale, wie die Stärkekörner, die erheblich kleiner sind als die Kleinkörner von Gerste, Roggen und Weizen, ja auch kleiner noch als die des Reis und des Hafer (s. d.), ganz besonders aber durch die zusammengesetzten Stärkekörner. An den Embryofetzen erhält man die Sapotoxinreaktion mit Schwefelsäure (s. oben).

## Wachtelweizen.

Die Samen des Wachtelweizens, *Melampyrum arvense* L., eines gemeinen Ackerunkrautes, die sich bisweilen im Getreide finden und dem daraus gebackenen Brote eine intensiv violette Farbe geben, entstehen aus amphitropen Ovis mit relativ langem Funiculus (Fig. 28). Der Same ist eiförmig mit einem basalen wulstigen Ansatz (Fig. 29 u. 30). Letzterer (Ab, Fig. 29 u. 30) ist ein Endospermanhängsel. Der fertige Same ist mit dem Anhängsel bis 6 mm lang, eiförmig-länglich, glatt, glänzend braun-schwarz; das Anhängsel heller und nicht glänzend, deutlich längsgestreift.

Das Ovulum hat ein Integument. Dasselbe geht aber bei der weiteren Entwicklung fast vollständig zu Grunde, so daß der reife Same entweder ganz nackt, d. h. ohne Samenschale ist oder doch nur von einer dünnen Schicht obliterierter Zellen (Fig. 31, ff) bedeckt ist, welche Schicht sich sehr leicht ablöst und dann auch häufig ganz oder teilweise fehlt. Am besten ist sie an der Samenbasis erhalten. Das Endosperm, welches die Hauptmasse des Samens bildet, besteht aus sehr dickwandigen Zellen (End, Fig. 31 u. 32), die sehr zahlreiche einfache Tüpfel besitzen und deren Wand aus Reservecellulose

besteht. Die Epidermis des Endosperms besteht aus radialpalissadenartig gestreckten dickwandigen, an den Außen- und Seitenwänden nicht getüpfelten Zellen (Fig. 31, Ep). Sie vertritt die Samenschale. Wir haben also hier einen der Fälle vor uns, wo bei zarter Samenschale das dickwandige Endosperm die mechanische Funktion übernimmt. Im Lumen enthalten die Zellen des Endosperms einen braunen Klumpen kontrahierten Inhaltes, der stachelig erscheint, da der Wand anliegende solide Inhalt bei der Kontraktion des Plasmaschlauches gelegentlich des Absterbens aus den Tüpfelkanälen herausgezogen wird ( $\times$ , Fig. 31). Jede der Stacheln entspricht einem Tüpfelkanal. Im Inhalt sind Aleuronkörner nur sehr undeutlich zu erkennen, Stärke fehlt, Öl ist vorhanden. Diese Klumpen sind — besonders stark in den äußeren Schichten des Endosperms — durch braunes Rhinanthogenin, das Spaltungsprodukt des farblosen Rhinanthins gefärbt, welches letztere in den Samen das Rhinanthogenin begleitet. Das Rhinanthogenin bewirkt die Färbung des Samens. Ein alkoholischer Auszug der Samen fluoresciert stark und wird mit etwas Salzsäure erhitzt erst gelb, dann grün. Die Färbung steigert sich

mit der Zeit bis zu tiefblaugrün. Die Lösung zeigt ein breites Absorptionsband im Gelb. Die Membranen der Endospermzellen werden durch Jod gelb, durch Jod-Schwefelsäure blau, sie quellen in allen Mineralsäuren stark.

Die Epidermiszellen des Endosperms erscheinen von der Fläche gesehen polyedrisch (Fig. 34). Die Palissadenepidermis läuft nicht ganz ringsum. Gegen die Anheftungsstelle des Anhängsels hin werden die Zellen quadratisch (*Ep*, Fig. 33) und dort, wo das Anhängsel ansitzt, fehlt sie ganz. Hier verläuft eine braune Trennungsschicht. Gegen den kleinen Embryo hin lockert sich das Gewebe und die Zellen werden dünnwandig. Sie bilden rings um den Embryo ein typisches Quellgewebe (*Qs*, Fig. 32).

Das gerade Embryo besteht aus zarten, plasma- und ölreichen Zellen (*Em*, Fig. 32). Seine Radicula ist gegen die Spitze des Samens gerichtet (Fig. 30).

Am besten erhalten ist die Schale um das basale Gebilde, das ich oben als Endospermanhängsel bezeichnete und das auch aus dem Embryosack hervorgeht. Hier bildet sie mehrere Schichten und ist verschieden gebaut, je nachdem man die schon äußerlich sichtbaren Längsstreifen bez. Rippen oder das zwischen diesen liegende Gewebe betrachtet. An den Rippen sind die Epidermiszellen gestreckt und dickwandig,

zwischen denselben polyedrisch und dünnwandig, doch sind auch dort einzelne dieser polyedrischen Zellen verdickt. Die Samenschale führt über dem Anhängsel braune Farbstoffklumpen.

Das Anhängsel besteht aus rundlichen, oft getüpfelten, stark gelockerten Zellen (*Ah*, Fig. 33), die fettes Öl enthalten. An der Basis liegt oft eine Höhlung.

Eine Beimischung von Wachtelweizen zum Getreide ist leicht zu erkennen, eine Beimischung zum Mehl ebenfalls, am besten wohl, abgesehen von der mikroskopischen Diagnose, durch die Salzsäurereaktion eines alkoholischen Auszuges (s. oben).

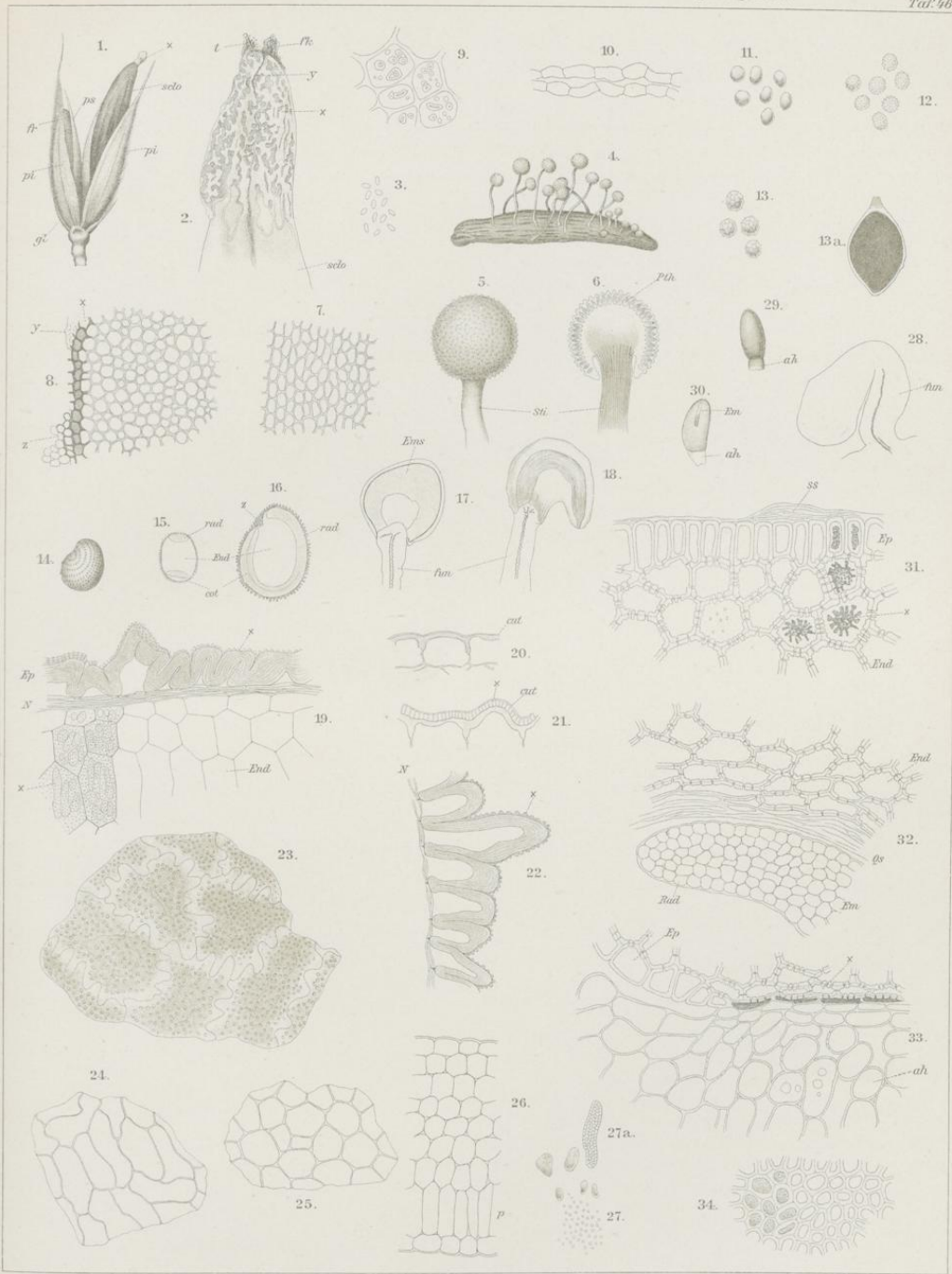
Außer Mutterkorn, Kornrade und Wachtelweizen sind noch die Samen hauptsächlich folgender Pflanzen im Getreide gefunden worden:

*Lolium temulentum* L., *Avena fatua* L., *Bromus secalinus* L., *Setaria*, *Vicia*, *Ervum*, *Lathyrus*, *Medicago*, *Sinapis*, *Brassica*, *Raphanistrum*, *Camelina*, *Delphinium*, *Consolida* L., *Papaver Rhoeas* L., *Polygonum Convolvulus* L., *Convolvulus arvensis* L., *Centaurea Cyanus* L., *Daucus Carota* L., *Rhinanthus hirsutus* Lam., *Saponaria*, *Sherardia arvensis* L.

#### Tafel 46.

### Erklärung der Abbildungen.

- Claviceps purpurea* Tulasne (Fig. 1—10).
- Fig. 1. Sclerotium des Mutterkorns mit dem Sphacelia-Mützechen (×) in einem Roggenährchen.
2. Längsschnitt durch die Spitze desselben mit dem Mützechen und den Fruchtknotenresten (*fk. t*).
3. Sphacelia-Conidien des Mützechens (aus der Droge).
4. Ausgetriebenes Sclerotium mit zahlreichen gestielten, die Perithezien enthaltenden Köpfchen.
5. Köpfchen stärker vergrößert.
6. Köpfchen im Längsschnitt. Die flaschenförmigen Behälter des Randes sind die Perithezien (*Pth*).
7. Längsschnitt durch das Gewebe des Sclerotiums.
8. Querschnitt durch die Randschicht des Sclerotiums.
9. Inhaltkörper (Oleoplasten) der Zellen des Sclerotiums.
10. Hyphen aus der Randschicht des Sclerotiums (z, Fig. 8) in Längsansicht.
- Brandpilzsporen* (Fig. 11—13a).
11. Sporen von *Ustilago Tritici*.
12. Sporen von *Ustilago Maidis*.
13. Sporen von *Tilletia Caries*.
- 13a. Ein Weizenkorn mit *Tilletia*-Sporen erfüllt, längsdurchschnitten.
- Agrostemma Githago* L. (Fig. 14—27a).
14. Same von *Agrostemma* von außen.
15. Desgl. Querschnitt.
16. Desgl. Längsschnitt.
17. Junge Samenanlage.
18. Ovulum.
19. Randschicht des reifen Samens.
20. Junge Samenschalepidermis.
21. Etwas älteres Stadium, die Stäbchenschicht ist differenziert.
22. Radialer Längsschnitt durch die Samenschalepidermis des reifen Samens.
23. Samenschalepidermis im Flächenschnitt von außen.
24. Zellen der Nährschicht in der Flächenansicht.
25. Zellen des Endosperms aus einem Flächenschnitt.
26. Querschnitt durch einen Kotyledon.
27. Stärkekörner des Endosperms.
- 27a. Zusammengesetzte Stärkekörner des Endosperms.
- Melampyrum arvense* (Fig. 28—34).
28. Ovulum.
29. Same von außen.
30. Same längsdurchschnitten.
31. Querschnitt durch die Randschicht des Samens. *ss* Samenschale.
32. Längsschnitt durch die Radicula und das umgebende Gewebe des Endosperms.
33. Längsschnitt durch die Stelle, wo das Endospermanhängsel dem Endosperm ansitzt.
34. Epidermis des Endosperms von der Fläche gesehen.



Agrostemma.

Melampyrum.

Ab  
Su  
Va  
Fo  
Pfl  
mu

var  
du  
wi  
10

ein  
(X  
he  
kr  
au  
au  
Za  
kr  
an  
cul  
Ra  
ste  
üb

de  
ke  
Fu  
Pa  
Fu

nä  
nac  
—  
au  
die  
wi  
zei  
sic