

I. Die Mahlprodukte und Stärkearten.

Die wegen des Gehalts ihrer Samen an Stärke und Proteinkörnern cultivirten Gramineen und der zu den Polygonacen gehörige Buchweizen werden als Getreide oder Cerealien bezeichnet.

Die Getreidearten werden theils vornehmlich als Brodpflanzen, theils zur Gewinnung anderer Nahrungsmittel cultivirt. Die wichtigsten eigentlichen Brodpflanzen sind der Weizen (*Triticum vulgare* Vill., *T. durum* Desf. und *T. turgidum* L.) und der Roggen (*Secale Cereale* L.); ihnen gegenüber treten einige Abarten des Weizens (Spelt, *Triticum Spelta* L.; Emmer, *T. dicoccum* Schrk.; Einkorn, *T. monococcum* L.) an Bedeutung zurück. Gerste (*Hordeum vulgare* L., *H. distichum* L., *H. zeocritum* L., *H. hexastichum* L.), Hafer (*Avena sativa* L.), Mais (*Zea Mais* L.), Buchweizen (*Polygonum Fagopyrum* L.) liefern wenig Mehl, dagegen reichlicher gröbere Mahlprodukte, wie Graupen, Grützen, Gries u. dgl. Von den ausschliesslich in warmen Gebieten cultivirten Getreidearten kommt nur dem Reis (*Oryza sativa* L.) auch bei uns eine wichtigere Rolle als Nahrungsmittel zu; gebräuchlich sind hauptsächlich seine geschälten Körner, weniger das aus denselben hergestellte Mehl. Von den zu den Gramineen gehörigen Getreidearten gelangen in die Mühlen die ganzen Früchte, vom Buchweizen nur die Samen. Die Früchte der Gramineen sind Caryopsen, d. h. einsamige Schliessfrüchte mit lederartiger, der Samenschale angewachsener Hülle. Bei den gewöhnlich cultivirten Rassen der Gerste ist die Caryopse mit den Spelzen, d. h. mit den schuppenartigen Hochblättern, welche Blüten und Früchte aller Gräser umhüllen, verwachsen. Der Same besteht innerhalb der zarten Samenschale aus dem kleinen, seitlich gelegenen, öligen Keime (Fig. 2) und einem mächtigem Endospermkörper



Fig. 1. *Oryza sativa* (der Reis). 1 Blüthenrispe, 2 Aehrchen. Nach Wossidlo.

(Fig. 2), dessen Zellen als hauptsächlichsten Inhalt Stärkekörner, weniger Aleuronkörner führen, ausser in der äussersten Schicht, wo letztere allein vertreten sind.

Nach verschiedenen Reinigungs- und Schälprocessen findet das Vermahlen statt. Dasselbe liefert zwei Produkte, das feinkörnige, hellfarbige, ganz vorwiegend aus Stärke bestehende Mehl und die grobkörnige, stärkearme, aber aleuronreiche, hauptsächlich aus Fetzen der nach dem Schälen übrig gebliebenen Schalentheile bestehende Kleie. Im allgemeinen wird möglichste Trennung beider Bestandtheile erstrebt, und die feinsten Mehle enthalten am wenigsten Kleie. Doch findet hier und da auch sogenanntes ungebenteltes, d. h. von der Kleie nicht befreites Weizenmehl zur Brodbereitung Verwendung (Kleien- oder Grahambrod). Die geschälten Körner z. B. von Reis und von Gerste, die verschiedenen Grützen, Graupen und Griese z. B. von Weizen, Hafer, Buchweizen, Mais u. s. w. werden ebenfalls in den Mühlen hergestellt und mit den Mehlen unter der Bezeichnung Mahlprodukte zusammengefasst.

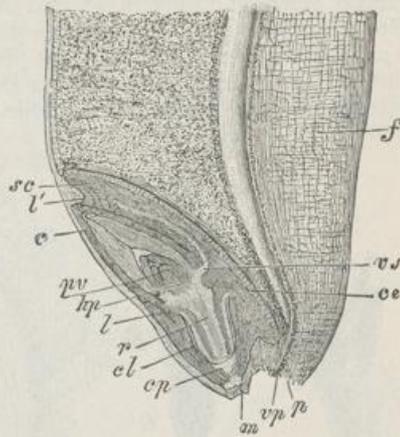


Fig. 2. Medianer Längsschnitt durch den Basaltheil eines Weizenkorns. Links unten der Keim mit dem Scutellum *sc*, *l* Ligula, *vs* Gefässbündel des Scutellum, *ce* sein Cylinderepithel, *e* Scheidentheile des Cotyledon, *pv* Stammvegetationskegel, *hp* Hypocotyl, *l* Ligula an demselben, *r* Radicula, *cl* Wurzelscheide, *m* Austrittsstelle der Radicula, *p* Fruchtsiel, *vp* Gefässbündel desselben, *p* Seitenwandung der Furche. Vergr. 14. (Lehrb.)

Die Mahlprodukte sind selten ganz frei von fremden Bestandtheilen. Namentlich sind die Samen oder andere Theile der das Getreide begleitenden Unkräuter selten fehlend, da das vor dem Vermahlen stattfindende Reinigen des Kornes zu ihrer vollständigen Entfernung niemals genügt. Die Unkräuter sind natürlich je nach der Gegend etwas verschieden. Für die deutsche Getreidecultur kommen hauptsächlich in Betracht verschiedene Gräser (z. B. *Bromus secalinus*, *Lolium temulentum*, *Avena fatua*, *Setaria*-Arten etc.), verschiedene Papilionaceen, die Klatschrose, (*Papaver Rhoeas*), die Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*), der Rittersporn (*Delphinium Consolida*), der Wachtelweizen (*Melampyrum arvense*), einige Arten von Knöterich (*Polygonum Convolvulus*, *lapathifolium* etc.), eine Anzahl Doldengewächse und Cruciferen, namentlich häufig die Kornrade (*Githago segetum*).

Die meisten dieser Unkräuter sind unschädlich, und eine geringe Beimengung ihrer Samen in den Mahlprodukten ist unbedenklich. Hingegen sind Taumelolch und Kornrade giftig, und ihr Nachweis gehört daher zu den Aufgaben der Nahrungsmitteluntersuchung.

Noch bedenklicher als die Anwesenheit dieser giftigen Samen im Mehl ist diejenige von Bruchstücken oder Sporen der auf den Getreidearten schmarotzenden Pilze; namentlich kommen in Betracht das Mutterkorn (*Claviceps purpurea*), welches sich hauptsächlich auf Roggen, jedoch auch

auf anderen Gräsern zeigt, und die Sporen der Brandpilze (*Tilletia caries* und *T. laevis* auf Weizen; *T. secalis* auf Roggen; *Ustilago Zeae* Mays auf Mais; *U. Panicis miliacei* auf Hirse).

Als Mutterkorn bezeichnet man krummcyllindrische, dunkelviolette Pilzkörper, die zwischen der Spitze reifer Getreideähren, namentlich des Roggens, anstatt der Früchte, deren Platz sie einnehmen, hervorragen. Ihre Entstehung geht in folgender Weise vor sich: Die Ähren werden im Frühsommer durch Sporen (Ascussporen) inficirt, welche Körner und die jungen Fruchtknoten mit einem zarten Mycel überziehen. Letzteres schnürt reichlich Conidien ab und secernirt gleichzeitig einen süßsen Saft (Honigthau des Getreides), welcher die ersteren zusammenklebt und welcher von Insekten gesammelt wird, die dadurch den Pilz auf andere Getreideblüthen verbreiten. Nach völliger Zerstörung und Resorption des Fruchtknotens wächst das Mycel zu dem als Mutterkorn bekannten Gebilde,

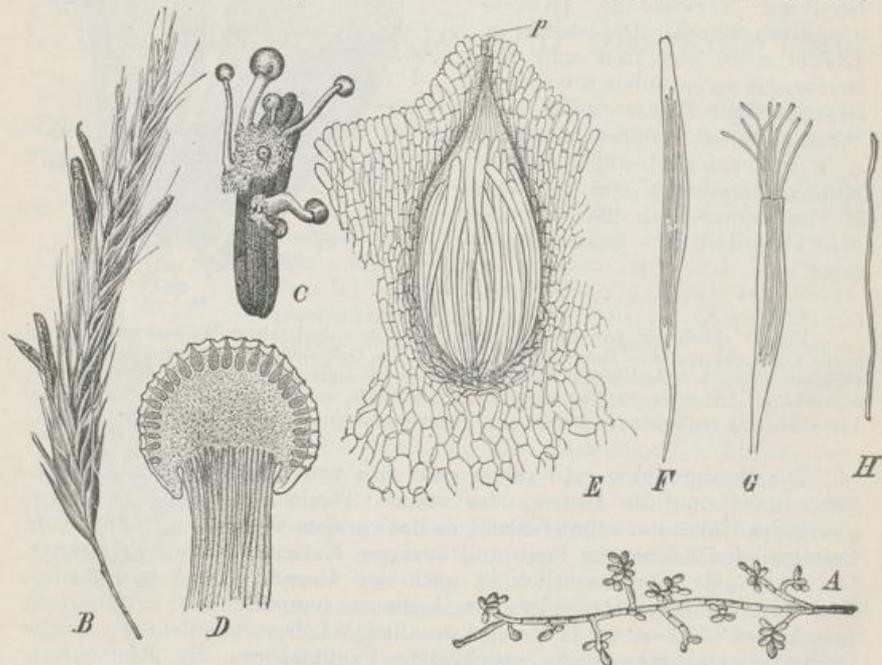


Fig. 3. *Claviceps purpurea*. A Conidien bildender Mycelfaden. B Roggenähre mit mehreren reifen Sclerotien. C gekeimtes Sclerotium mit gestielten zusammengesetzten Fruchtkörpern. D Längsschnitt durch das Köpfchen eines solchen Fruchtkörpers mit zahlreichen Peritheecien. E einzelnes Peritheecium, stärker vergrößert. F geschlossener Ascus mit acht fadenförmigen Sporen. G Austreten der Sporen. H einzelne Spore. (Lehrb.)

einem Dauermycelium oder Sclerotium heran, welches sich mit fettem Oel als Reservestoff füllt und im Zustande latenten Lebens auf dem Boden oder in demselben überwintert. Die Wärme des Frühlings ruft das Sclerotium zu activem Leben zurück; dasselbe erzeugt mehrere gestielte Fruchtkörper mit eingesenkten Peritheecien, in welchen sich Ascis mit je 8 fadenförmigen Sporen entwickeln. Diese Sporen treten aus den Ascis heraus und werden durch den Wind auf die Grasblüthen gebracht.

Die zu den Ustilagineen gehörigen *Tilletia*-Arten dringen bereits in den Keimling des Getreides ein und erzeugen dann innerhalb des Fruchtknotens ihre nach Heringslake riechenden Brandsporen, welche allmählich das ganze Innere des aussen unverändert bleibenden Fruchtknotens ausfüllen. Die Brandsporen, welche bei *T. caries* netzig, bei *T. laevis* glatt sind, erzeugen bei ihrer Keimung auf dem Boden je einen Keimschlauch mit acht fädigen Conidien, welche ebenfalls auf dem Boden keimen und reich verzweigte Mycelien mit sichelförmigen Conidien hervorbringen. Diese letzteren Conidien bewirken die Infection, indem ihre Keimschläuche in die Getreidepflänzchen eindringen.

Die Arten von *Ustilago* zeigen ein im Ganzen ähnliches Verhalten, doch bilden sie nur eine Conidienform.

Fremde Bestandtheile im Mehle rühren nicht immer von bereits vor dem Vermahlen vorhandenen gewesenen Unkrautsamen und Parasiten her; sie können sich vielmehr in ursprünglich reinem Mehle zeigen, wenn dasselbe durch Aufbewahren am feuchten Orte verdirbt. Solches Mehl enthält oft Schimmelpilze, Bacterien, zuweilen auch thierische Parasiten (Milben, Motten, Würmer u. s. w.) und ist zur Verwendung als Nahrungsmittel mehr oder weniger ungeeignet.

Minderwerthig ist auch ein aus keimenden Körnern hergestelltes Mehl.

Die mikroskopische Untersuchung des Mehls bezweckt einerseits die etwaige Anwesenheit der eben aufgezählten Verunreinigungen und Anzeichen der Verschlechterung, andererseits die absichtlichen Fälschungen nachzuweisen. Letztere beruhen theils in der Beimengung minderwerthiger Mehle, theils in derjenigen von Mineralstoffen. Die speciellen Darstellungen bringen darüber nähere Auskunft.

Die in Deutschland gebräuchlichen Leguminosenmehle werden durch Vermahlen der Samen der Bohne (*Phaseolus vulgaris* L.), Erbse (*Pisum sativum* L.) und Linse (*Ervum Lens* L.) gewonnen. Die Samen sind endospermlos und bestehen aus einem fleischig-blätterigen, stärke- und aleuronreichen Keime und einer lederartigen Schale, welche letztere dem ersteren nicht angewachsen ist und gewöhnlich vor dem Vermahlen entfernt wird.

Die Stärkearten des Handels werden theilweise aus den Getreidemehlen gewonnen, indem dieselben durch verschiedene Verfahren von ihren Eiweissstoffen befreit werden. Dieses gilt namentlich von den weniger zu Nahrungszwecken als in der Technik Verwendung findenden

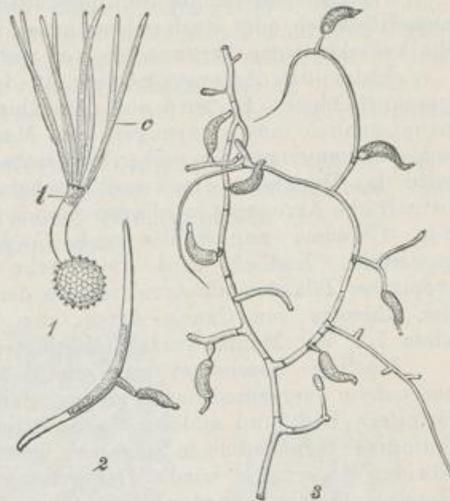


Fig. 4. *Tilletia Caries*. 1 Keimende Brandspore mit ungetheiltem Conidienträger *t* und den scheidelständigen Conidien *c*. Vergr. 300. 2 Keimende fadenförmige Conidie mit einer sichelförmigen Conidie. Vergr. 400. 3 Mycelabschnitt mit sichelförmigen Conidien. Vergr. 350. Nach v. Tavel.

Stärkesorten, wie Weizen-, Mais- und Reisstärke. Die in grösstem Maassstabe hergestellte Stärkesorte ist die Kartoffelstärke, welche, wie bekannt, einen Hauptbestandtheil der Knollen der Kartoffelpflanze (*Solanum tuberosum* L.) bildet und aus denselben fabrikmässig dargestellt wird. Alle diese gewöhnlichen und billigen Stärkearten kommen im Handel theils in Pulverform, theils in Stengeln oder Brocken, Kartoffelstärke auch als „heimischer Sago“ in kugelförmigen Körnern vor.

Verschiedene feinere Nahrungsmittel ausländischer Herkunft bestehen ausschliesslich oder doch nahezu ausschliesslich aus Stärke, so namentlich die verschiedenen Arrowroot-Sorten, ferner Sago und Tapioka.

Unter den Arrowrootsorten ist das „westindische Arrowroot“ das gebräuchlichste. Es wird aus den Rhizomen verschiedener Marantaceen, hauptsächlich aus denjenigen von *Maranta arundinacea*, in den verschiedensten tropischen und subtropischen Ländern gewonnen. Am meisten wird das Bermuda-Arrowroot geschätzt. Das im Handel meist seltene ostindische Arrowroot wird vornehmlich in Vorderindien aus den Rhizomen von *Curcuma angustifolia* und *C. leucorrhiza* Roxb. (*Zingiberaceae*) gewonnen. Endlich wird die Stärke noch bei einer Reihe anderer tropischer Pflanzen als Arrowroot in den Handel gebracht, z. B. diejenige der Rhizome von *Canna*-Arten, der Yamswurzel (*Dioscorea sativa* L., *alata* L.), der Maniokwurzel (*Manihot utilissima*, vgl. Tapioka) u. s. w.

Als Sago bezeichnet man eine Stärkeart, welche aus dem Stammparenchym verschiedener Palmen, namentlich *Sagus Rumphii* W., *S. farinifera* Lam. und anderer *Sagus*-Arten, auch aus einigen Cycadeen, in Ostindien, vornehmlich in Singapore, gewonnen und fabrikmässig zu runden Körnern verarbeitet wird. Der grösste Theil des sogenannten Sago des Handels (*Sagou indigène*) ist jedoch Kartoffelstärke. Tapioka ist die zu unregelmässigen Körnern zusammengebackene Stärke der Knollen der Maniokwurzel, *Manihot utilissima* L. Sie wird hauptsächlich im tropischen Amerika durch Erhitzen der noch feuchten Stärke auf eisernen Platten dargestellt.

§ 1. Weizenmehl und Roggenmehl.

Diese beiden wichtigsten Mehle werden vielfach gefälscht, und zwar besonders häufig dadurch, dass das eine dem anderen in mehr oder weniger grosser Menge beigemischt wird. Es wird, je nach den Preisen beider Getreidearten, bald Weizenmehl durch Roggenmehl, bald Roggenmehl durch Weizenmehl ersetzt.

Der Untersuchung einer jeden Mehlarart muss nothwendig diejenige des Pflanzentheils, aus welchem dieselbe gewonnen wird, vorausgehen, da es nur auf diese Weise möglich ist, zu erfahren, was in dem Mehle vorhanden sein darf und was als Fälschung bzw. Verunreinigung aufzufassen ist. Wir betrachten dementsprechend zuerst die Structur des Weizenkorns und Roggenkorns.

Die Gestalt der Körner ist elliptisch, beim Roggen schmaler als beim Weizen. Das eine Ende ist von einem Haarschopf eingenommen, das andere zeigt an der Seite eine dem kleinen Keime entsprechende Wölbung. Eine schmale seitliche Spalte durchzieht das Korn seiner ganzen Länge nach.

Ein medianer Längsschnitt durch das Korn zeigt, dass dasselbe ausser aus einer lederartigen Haut (Fruchtwand und Samenschale), innen aus einem mehligem, weissen Gewebekörper besteht; letzterer,

das Sameneiweiss oder Endosperm, umschliesst an seiner Basis den öligen Keim.

Diese gröberen Structurverhältnisse sind bei beiden Kornarten im Wesentlichen gleich. Doch wird man sich schon mit dem blossen Auge überzeugen können, dass die Haut des Roggenkorns bedeutend dünner ist, als diejenige des Weizenkorns.

Das Mehl besteht beinahe ausschliesslich aus dem feingemahlten Endospermkörper; Keim, Haare und Haut werden vor dem Vermahlen entfernt. Immerhin verbleiben in allen Mehlen einige Haare und Hautfragmente (Kleie), und diese als unvermeidliche Verunreinigungen zu betrachtenden Bestandtheile liefern gerade die sichersten Mittel, beide Mehlarnten von einander zu unterscheiden, indem die feinere Structur der Haare und der Fruchtwand bei Weizen und Roggen nicht übereinstimmt.

Die Untersuchung wird an Körnern vorgenommen, welche mindestens 24 Stunden in Alkohol, oder besser in einem Gemisch von gleichen Theilen Alkohol und Glycerin, gelegen haben.

Wir beginnen mit dem **Weizenkorn**.

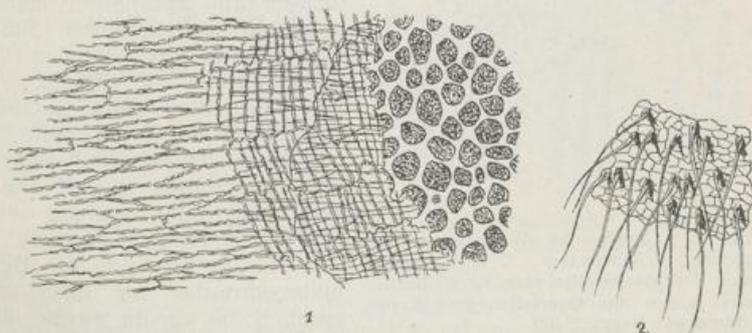


Fig. 5. Tangentialschnitte durch die äusseren Theile des Weizenkorns. 1 Die Palissadenschicht liegt zu unterst, links; auf sie folgen die Querzellenschicht, die Samenschale, die Aleuronschicht. Vergr. 55. 2 Stück der Oberhaut mit Haaren. Vergr. 20.

Die Haare des Weizenkorns (Fig 5 und Fig. 6 D) bestehen aus je einer einzigen, stark verdickten, kegelförmigen, gekrümmten oder geraden Zelle mit spitzem Ende und mehr oder weniger breiter, oft zwiebelartig angeschwollener Basis. Bei der grossen Mehrzahl dieser Haare ist die Membran dicker als die Weite des Lumen. Nur ganz vereinzelt finden wir solche, bei welchen das Lumen der Dicke der Membran gleich ist oder dieselbe sogar etwas übertrifft. Die Länge dieser Haare ist an einem und demselben Korn sehr ungleich; sie schwankt, nach den Messungen Wittmack's, zwischen 120 und 752 μ ¹⁾.

Wir schneiden mit dem Rasirmesser ein Stückchen der Haut ab und zwar durch die ganze Dicke derselben; dabei muss dafür gesorgt werden, dass möglichst wenig von dem weissen Endospermkörper in dem zu untersuchendem Stück enthalten sei, da derselbe die Beobachtung erschwert.

1) 1 μ = ein tausendstel Millimeter (ein Mikromillimeter).

Um das abgeschnittene Fragment durchsichtig zu machen, wird dasselbe mit Chloralhydratlösung behandelt. Dazu genügt zweistündiges Liegen in einem Tropfen der Lösung; doch können die Schnitte ohne Nachtheil Tage lang in der Lösung verbleiben.

Wir legen den Schnitt, der vollständig durchsichtig sein muss, auf den Objektträger derart, dass die der Oberfläche des Kornes entsprechende

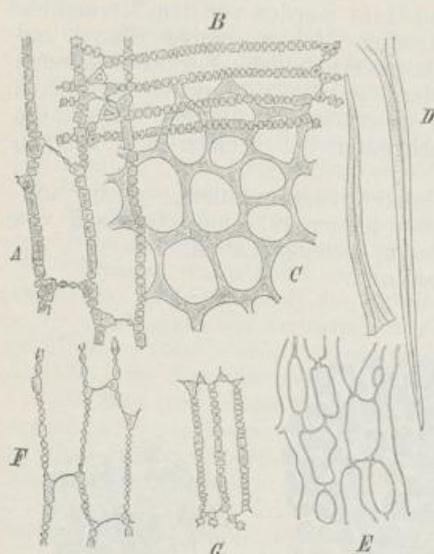


Fig. 6. Gewebe des Weizenkorns. *A* Längszellen. *B* Querzellen. *C* Kleberzellen. *D* Haare. *E* Schlauchzellen eines Rivett-Korns. *F* und *G* Längs- und Querzellen eines Kornes russ. Weizens. Vergr. 240.

Seite nach oben liegt, und setzen Chloralhydratlösung hinzu. Nach längerem Aufbewahren in Glycerin-Alkohol ist die Durchsichtigkeit stets hinreichend gross und die Behandlung mit Chloral entbehrlich; Untersuchung in Glycerin ist dann zu empfehlen.

Wir stellen mit der Mikrometerschraube derart ein, dass wir zuerst die obere Zellschicht, die Epidermis, deutlich sehen. Dieselbe besteht aus stark verdickten und getüpfelten, langgestreckten Zellen, deren Längsdurchmesser der Längsaxe des Kornes parallel ist. (Fig. 5, 6 *A*.) Die verdickten Membranstellen erscheinen im Profil rechteckig und theils länger, theils kürzer. Die Querwände dieser Zellen sind mehr oder weniger schief und unregelmässig vertheilt.

Wir drehen nun die Mikrometerschraube von links nach rechts¹⁾, bis wir die zweite, dann die dritte Zellschicht deutlich er-

kennen; beide Schichten sind der Epidermis gleich, und das Gleiche gilt manchmal auch von der vierten Schicht. Wir bezeichnen alle diese in der Längsrichtung des Kornes gestreckten Zellen als Längszellen. Drehen wir die Schraube weiter nach unten, so treffen wir auf eine einfache Gewebeschicht, deren Zellen zwar ebenfalls langgestreckt sind, aber nicht der Längsaxe des Kornes parallel, sondern senkrecht zu derselben. Wir nennen diese Zellen Querzellen Fig. 5, 6 *B*).

Die Querzellen des Weizenkorns sind schmaler und meist länger als die Längszellen. Sie sind, wie die letzteren, dickwandig und sehr stark getüpfelt, die kurzen Wände doch meist sehr dünn. Die Enden sind nicht, wie in der Längszellenschicht, unregelmässig zerstreut, sondern in mehr oder weniger krumme Linien geordnet, ein Umstand, der von praktischer Wichtigkeit ist. Sie sind meistens dachig zugespitzt, viel seltener gerundet.

Stellen wir noch ein wenig tiefer ein, so werden wir in der Regel, jedoch nicht immer, eigenthümliche schlauchartige Zellen unterscheiden,

1) Wie beim Aufdrehen einer Cylinderuhr.

welche die Innenepidermis der Fruchtwand bilden. (Schlauchzellen, Fig. 6 E).

Eine fernere schwache Drehung der Schraube in derselben Richtung wird das Erscheinen eines braunen Häutchens bedingen, in welchem zwei Systeme sich unter spitzem Winkel schneidender Linien mehr oder weniger deutlich sichtbar sind. Diese Linien entsprechen den Contouren der ganz zusammengedrückten Zellen der zweischichtigen Samenschale.

Bei noch tieferer Einstellung kommt ein dickwandiges Gewebe zum Vorschein, dessen isodiametrische Zellen nur undeutlich hervortreten; um dieselben gut zu erkennen, legen wir den Schnitt einfach um, derart, dass die frühere Oberseite nach unten liege. Das eben erwähnte dickwandige Gewebe präsentiert sich jetzt als eine einfache Schicht unregelmässig gestalteter und ungleich grosser Zellen. Ihr Inhalt ist körnig, jedoch durch das Chloralhydrat mehr oder weniger zerstört. Es ist die bereits zu dem Endospermkörper gehörige Kleberschicht (Fig. 5, 6 C); die Körnchen in den Zellen sind die Kleberkörner oder Aleuronkörner.

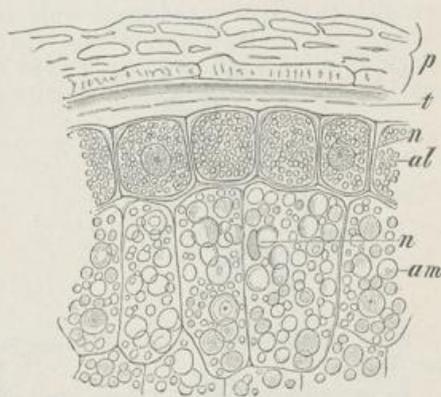


Fig. 7. Querschnitt durch ein $\frac{3}{4}$ Weizenkorn. *p* Fruchthülle, *t* Samenschale, *al* Kleberschicht (*n* Nucleus), *am* Stärkekömer. Vergr. 240. Nach Strasburger.

Zum genauen Studium dieser Schicht legen wir einen Schnitt ohne vorherige Behandlung mit Chloral in Glycerin. Die Körner erscheinen kugelig, stark lichtbrechend, kleinen Stärkekörnern sehr ähnlich. Zusatz von Jod in Jodkalium färbt sie tiefgelb bis braun, wässrige Carminlösung roth, Millon'sches Reagens gelbroth. Diese und andere Reactionen zeigen, dass die Körner aus Eiweiss bestehen.

An die Kleberschicht grenzt ein grosszelliges, dünnwandiges Gewebe, welches die Hauptmasse des Kornes bildet, und dessen Zelleninhalt vorwiegend aus Stärkekörnern, untergeordnet auch aus Aleuronkörnern besteht. Die Stärkekörner sind im Chloralhydrat vollständig verquollen. (Fig. 7, vgl. die Erklärung der Figur.) Daher werden zur Untersuchung dieses Gewebes die Schnitte nicht in Chloral, sondern theils in Glycerin, welches die Aleuronkörner unverändert lässt, theils in Wasser, das die Aleuronkörner zwar bald zerstört, aber die Stärkekörner besser hervortreten lässt, als das stärker lichtbrechende Glycerin, untersucht.

Anstatt ein Stück von der Dicke der ganzen Haut zu untersuchen, können wir natürlich auch eine Reihe dünner Schnitte — 3 werden genügen — von aussen nach innen herstellen, bis wir auf das durch seine weisse Farbe und mehlig Beschaffenheit leicht kenntliche Endospermgewebe treffen; es ist dann auch nicht nöthig, mit Chloral-

hydrat durchsichtig zu machen. Dem weniger geübten Mikroskopiker wird jedoch die Untersuchung eines einzigen durchsichtig gemachten Stücks eine bessere Einsicht in die Beziehungen der einzelnen Hautschichten zu einander verleihen.

Zur Untersuchung der Stärkekörner genügt es, mit einer Nadel einige Partikeln des sehr weichen Endosperms abzukratzen, dieselben in einem Tropfen Wasser auf dem Objektträger zu zertheilen und nach Ueberdecken des Präparats mit einem Deckgläschen bei starker Vergrößerung zu beobachten. Ausser den freien Stärkekörnern wird man auch unversehrte Endospermzellen finden, deren Inhalt hauptsächlich aus Stärkekörnern besteht. Aleuronkörner sind auch vorhanden, jedoch schwer erkennbar.

Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 8. Weizenmehl. Grosse und kleine Stärkekörner; ein Haar der Fruchtschale. Vergr. 240.

Fig. 9. Stärkekörner des Weizens. Das grosse Korn *A* zart geschichtet; *B* kleine Körner. Vergr. 540. Nach Strasburger.

Die Stärkekörner des Weizenkorns (Fig. 8 u. 9) sind sehr ungleich gross, die kleinsten erscheinen bei der angewandten Vergrößerung beinahe punktförmig, während die grössten, nach den Messungen Wittmack's, bis 40μ im Durchmesser erreichen können. Letztere sind regelmässig linsenförmig. Eine feinere Structur (Schichtung) ist in den Stärkekörnern des Weizens selten sichtbar (Fig. 9) und kommt beinahe nur in Samen vor, deren Keimung begonnen hatte. Hie und da, jedoch selten, sieht man in der Mitte der grossen Körner einen kreuz- oder sternförmigen schwarzen Fleck; er entspricht einem mit Luft gefüllten Hohlraume.

Wir gehen jetzt zur Untersuchung des **Roggenkorns** über.

Die Haare des Roggenkorns (Fig. 10 *D*) besitzen dieselbe Gestalt und Structur wie diejenigen des Weizenkorns, sie weichen jedoch dadurch von demselben ab, dass, mit Ausnahme der Spitze, ihre Wand schmaler ist als das Lumen, letzteres ist breiter, die Membran dünner als in den Weizenhaaren. Nur selten und ganz vereinzelt finden wir Haare, die eine grössere Aehnlichkeit mit denjenigen des Weizens besitzen, indem die Dicke der Membran der Breite des Lumen gleichkommt oder dieselbe sogar ein wenig übertrifft. Die gleiche Haarstructur wie beim Roggen ist auch dem Spelt eigen.

Die Haut (Frucht und Samenschale) des Roggenkorns wird genau nach demselben Verfahren untersucht wie diejenige des

Weizenkorns (s. o.). Der, wenn nöthig, durch Chloralhydrat durchsichtig gemachte Schnitt wird derart auf den Objektträger gelegt, dass die Aussenseite (Epidermis) nach oben liegt.

Bei oberer Einstellung sehen wir, ähnlich wie beim Weizenkorn, Längszellen (Fig. 10 *A*). Dieselben unterscheiden sich jedoch von denjenigen des letzteren in auffallender Weise durch die viel geringere Dicke und die schwache Tüpfelung ihrer Membran. Auch sind die Verdickungen im Profil nicht eckig, sondern gerundet.

Stellen wir mit der Mikrometerschraube tiefer ein, so sehen wir eine Schicht von Querszellen (Fig. 10 *B*), die ebenfalls von denjenigen des Weizens sehr verschieden sind; sie besitzen durchschnittlich eine viel geringere Länge, ihre Membran ist viel dünner und undeutlicher getüpfelt als bei jenem. Die Enden sind, im Gegensatz zum Weizen, in der Regel viel dickwandiger als die Seiten, gerundet und stossen an kleine Interzellularen.

Fig. 10.

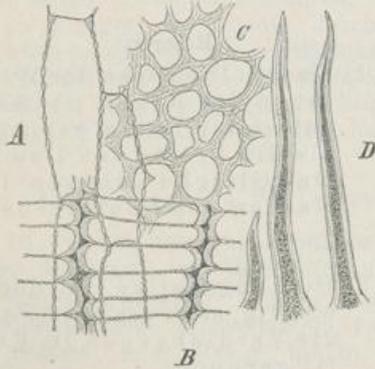


Fig. 10. Gewebetheile des Roggenkorns. *A* Längszellen. *B* Querszellen. *C* Kleberschicht. *D* Haare. Vergr. 240.

Fig. 11.

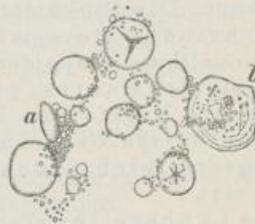


Fig. 11. Roggenmehl. Grosse und kleine Stärkekörner. Bei *a* in Profil; bei *b* gequollenes Korn. Vergr. 240.

Unterhalb der Querszellenschicht sehen wir Schlauchzellen und eine dünne braune Samenhaut, die sich nicht wesentlich von denjenigen des Weizens unterscheiden, endlich die Aleuronschicht, deren Körner durchschnittlich kleiner sind als beim Weizen.

Die Stärkekörner des Roggenkorns (Fig. 6), welche wir in Wasser untersuchen, sind ähnlich gestaltet wie beim Weizen; die Grosskörner sind jedoch durchschnittlich bedeutend grösser (bis 52μ) und viel häufiger als bei letzterem mit einem kreuz- oder sternförmigen Hohlraum versehen.

Die im Vorhergehenden gegebene Beschreibung enthält alles, was am Weizen- und Roggenkorn von praktischer Wichtigkeit ist, d. h. alles, was man zu wissen braucht, um Weizen- oder Roggenmehl auf Fälschung des einen durch das andere zu unterscheiden.

Die Bestandtheile des Weizen- und des Roggenmehls.

Weizenmehl und Roggenmehl bestehen der Hauptsache nach aus Stärkekörnern; viel weniger zahlreich sind die Kleberkörner; in feinem Mehl nur äusserst spärlich sind Haare und Fragmente der Kleie. Als häufige zufällige Beimengungen kommen in vielen Mehlen Bruchstücke der Samen mit dem Getreide wachsender Pflanzen (namentlich Kornrade), sowie der in den Kornähren vegetirenden parasitischen Pilze (Mutterkorn, Brand) vor.

Die Frage, welche wir zunächst zu lösen versuchen wollen, ist folgende:

Auf welche Weise ist Roggenmehl im Weizenmehl, oder umgekehrt Weizenmehl im Roggenmehl nachzuweisen?

Wir haben im Vorhergehenden eine Reihe von Unterschieden zwischen Weizenkorn und Roggenkorn kennen gelernt, welche sich auch in den Mahlprodukten beider Getreidearten nachweisen lassen müssen.

Diese Unterschiede sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Weizen.	Roggen.
1) Haare. Die Dicke der Wand ist beinahe stets, mit Ausnahme der zwiebelförmigen Basis des Haares, grösser als die Breite des Lumen oder demselben zum mindesten gleich. (Ausnahme: Spelt).	1) Haare. Die Dicke der Wand ist in der Regel, mit Ausnahme der Spitze, geringer als die Breite des Lumen. Das Gleiche gilt von den Haaren des Speltkorns.
2) Die Längszellen sind dickwandig, stark getüpfelt, die Verdickungen im Profil eckig.	2) Die Längszellen sind dünnwandig, schwach getüpfelt, die Verdickungen im Profil gerundet.
3) Die Querzellen sind meist länger als die Längszellen oder doch ebenso lang, selten kürzer.	3) Die Querzellen sind meist viel kürzer als die Längszellen, nur ausnahmsweise ebenso lang oder etwas länger.
4) Die Querzellen sind dickwandig, stark getüpfelt.	4) Die Querzellen sind dünnwandig, schwach getüpfelt.
5) Die Enden der Querzellen sind meist dünner als die Längsseiten und gewöhnlich dachig zugespitzt.	5) Die Enden der Querzellen sind dicker als die Längsseiten und gewöhnlich gerundet.
6) Die Aleuronzellen sind relativ gross. Die grössten nach Wittmack 32—40 μ br. u. 56—72 μ l.	6) Die Aleuronzellen sind relativ klein. Die grössten 23—40 μ br. und 40—64 μ l.
7) Die Stärkekörner sind bis 40 μ ¹⁾ breit, selten mit centralem Hohlraum.	7) Die Stärkekörner sind bis 52 μ breit, häufig mit centralem Hohlraum.

1) Ich lege auf derartige Messungen keinen grossen Werth. Wer ohne dieselben nicht auskommt, wird auch mit denselben nichts Vernünftiges leisten.

Die auffallendsten und wichtigsten Merkmale sind gesperrt gedruckt. Der unter 6 angeführte, auf Schnitten so auffallende Unterschied in der Dicke der Enden der Querzellen beim Roggen und Weizen ist in den Mehlen nicht ein ganz zuverlässiges Merkmal, da in Folge des Mahlprocesses, zuweilen beim Weizen Quellung der Enden eintritt; es ist das eine Folge mechanischer Verletzung, welche sich mit dem Rasirmesser nachahmen lässt. Immerhin wird sich ein geübter Botaniker nicht täuschen lassen, und wo die Enden dünn und spitz sind, kann man bestimmt auf Weizen schliessen.

A priori erscheint es leicht, auf Grund dieser Unterschiede, Fälschungen der einen Mehlarth durch die andere nachzuweisen, und es würde in der That auch der Fall sein, wenn Stücke der Kleie und Haare zahlreicher im Mehl vorhanden wären. Untersucht man aber das Mehl ohne weitere Präparation, so wird man häufig lange suchen müssen, bevor ein einzelnes Haar oder ein Stückchen der Fruchtwand zum Vorschein kommt, und man wird schwerlich im Stande sein, aus solchen spärlichen Befunden irgend etwas Bestimmtes zu entnehmen; namentlich ist der Nachweis einer Beimischung von Weizen im Roggenmehl durch einfache mikroskopische Untersuchung des rohen Mehls schwer auszuführen. Es ist, um rasch und sicher zum Ziel zu gelangen, nothwendig, durch bestimmte, übrigens sehr einfache Operationen die in der verdächtigen Mehlprobe befindlichen Haare und Stücke der Kleie aufzusammeln. Der Untersuchungsmodus ist, je nachdem wir Weizenmehl auf Roggenmehl, oder umgekehrt Roggenmehl auf Weizenmehl zu prüfen haben, nicht ganz der gleiche.

Nachweis des Weizenmehls im Roggenmehl.

Die wichtigsten Anhaltspunkte zur Unterscheidung beider Mehle liefern die Haare, die Querzellen und die Längszellen.

Schaumprobe. Um die Haare und einen beträchtlichen Theil der Schalenstücke aufzusammeln, rührt man etwas Mehl, z. B. 3 g, in viel Wasser, z. B. 100 g, bis zu vollständiger Vertheilung, und erwärmt, ohne umzurühren, bis zum Eintritt des Kochens. Die Flüssigkeit ist dann von einem gelblichen Schaume bedeckt, welcher einen grossen Theil der Kleie des erwärmten Mehls enthält. Man überträgt etwas von diesem Schaum, am besten solchen vom Rande, auf einen Objektträger, breitet denselben in dünner Schicht aus, setzt einen Tropfen Chloralhydratlösung hinzu, um die verquollenen Stärkekörner aufzulösen oder doch möglichst durchsichtig zu machen, erwärmt bis zum Kochen und geht dann zur Beobachtung über. Man wählt dazu zunächst das schwächere Objectiv, da sich mit demselben die Haare bequemer suchen lassen; man wird übrigens in der grossen Mehrzahl der Fälle stets mehrere Haare gleichzeitig im Gesichtsfelde erblicken. Der geübtere Mikroskopiker wird schon bei schwacher Vergrösserung beiderlei Haare ohne Mühe von einander unterscheiden, der Anfänger dagegen wird wohl thun, jedes einzelne Haar bei stärkerer Vergrösserung zu untersuchen.

Sollten die Haare sehr wenig zahlreich sein, so dass auch bei der eben beschriebenen Methode das Suchen zeitraubend wäre, oder gilt es, die Haare zu zählen, um sich von der relativen Menge der beiderlei Haare und somit des Grades der Fälschung bzw. Verun-

reinigung ein Urtheil zu bilden, so wird man folgendermassen verfahren:

Man breitet etwas von dem Schaum in dünner Schicht auf dem Objekträger aus, lässt denselben vollständig eintrocknen, was durch vorsichtiges Erwärmen über einer Gas- oder Spiritusflamme, auf einem Ofen etc. sehr schnell vor sich geht, und fügt einen Tropfen Nelkenöl oder Citronenöl hinzu.

Unter dem Mikroskop untersucht, zeigt das Präparat keine Spur der verquollenen Stärkekörner, Eiweissflocken etc., welche die Hauptmasse des Schaumes bilden; nur mehr sichtbar sind, als undeutlich contourirte Gebilde, die Fragmente der Kleie und besonders die Haare. Die letzteren präsentiren sich als dünne schwarze Striche, die von einem zarten Saum umgeben sind. Diese Striche fallen sofort auf dem hellen Gesichtsfeld in die Augen, als ob sie mit Tinte auf weissem Papier gezeichnet wären. Bei starker Vergrößerung sieht man, dass sie den lufteerfüllten Hohlräumen der Haare entsprechen, und der zarte Saum die Wand darstellt. Die Erscheinung wird durch das sehr starke Lichtbrechungsvermögen des Nelkenöls bedingt und wird denjenigen, die mit der Optik etwas vertraut sind, ohne weiteres begreiflich sein.

Wie gesagt, ist es mit Hülfe dieser Methode ein Leichtes, spärliche Haare schnell zu finden, sowie auch sich in kurzer Zeit von der Zahl der Weizenhaare in einer Roggenmehlprobe Rechenschaft zu geben. Erstere stellen schmale, tintenschwarze Striche dar, während letztere breit und mehr grau sind; die relative Breite von Wand und Lumen lässt sich übrigens auch in Nelkenöl, namentlich bei stärkerer Vergrößerung, leicht feststellen.

Das Vorhandensein vieler Haare¹⁾ (mehr als 5 Proc.) mit engem Lumen und dicker Wand ist zwar ein untrügliches Zeichen der Anwesenheit von Weizenmehl. Doch darf noch nicht geschlossen werden, dass, wo solche fehlen, reines Roggenmehl notwendig vorliegen muss, denn die Haare des Spelts (*Triticum Spelta*) sind denjenigen des Roggens ähnlich, und Spelzmehl hätte allenfalls zur Fälschung dienen können. Wo nur dünnwandige Haare vorliegen, wird man demnach die Stückchen der Kleie, welche beim Spelt eine ähnliche Structur besitzen wie beim Weizen, mit in Betracht ziehen müssen.

In schwierigen Fällen, namentlich bei gerichtlichen Untersuchungen, wo man sich auf möglichst viele Beweise stützen muss und mit peinlichster Sorgfalt jede Fehlerquelle zu vermeiden hat, wird man auch, wenn aus der Anwesenheit von dickwandigen Haaren mit engem Lumen auf diejenige von Weizenmehl geschlossen werden darf, die Längszellen und Querzellen mit berücksichtigen müssen. Nur auf diese Weise wird die Möglichkeit eines Irrthums ganz beseitigt werden.

Der beim Erwärmen des Mehls in Wasser sich bildende Schaum (s. vor. Seite) enthält stets neben Haaren auch Theilchen der Kleie. Wo solche reichlich vorhanden, wird man ohne weitere Operation an ihre Untersuchung herantreten können; letztere geschieht in der-

1) Wir haben vorhin gesehen, dass beim Roggen inmitten dünnwandiger Haare sich manchmal vereinzelt solche befinden, die denen des Weizens gleichen. Ihre Zahl beträgt meist nicht mehr als 5 Proz.

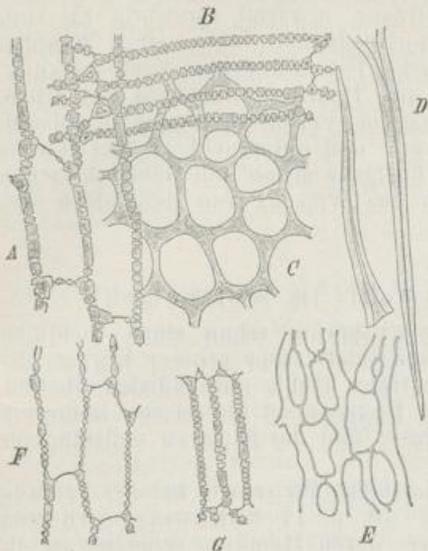


Fig. 12.

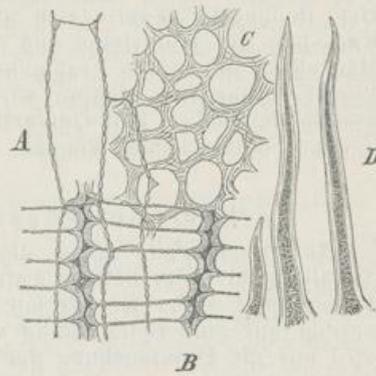


Fig. 13.



Fig. 14.

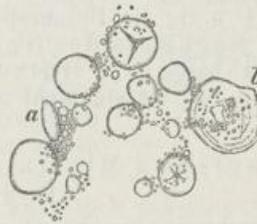


Fig. 15.

Fig. 12. Gewebeelemente des Weizenkorns. Vergr. 240. — Fig. 13. Gewebeelemente des Roggenkorns. Vergr. 240. — Fig. 14. Stärkekörner und Haare des Weizenmehls. Vergr. 240. — Fig. 15. Stärkekörner des Roggenmehls.

selben Weise wie für die Haare, die Nelkenölmethode jedoch ist in diesem Falle nicht brauchbar. Man sucht mit dem schwächeren Objectiv die besseren Fragmente aus und untersucht sie bei starker Vergrößerung.

Sollte der Schaum allzu arm an Kleie sein, so wird man ein Verfahren, durch welches letztere vollständiger aufgesammelt wird, anwenden müssen. Am einfachsten geschieht es folgendermassen:

Bodensatzprobe. Man mischt 2 g des zu untersuchenden Mehls mit 100 g Wasser, fügt 2 cem starker Salzsäure hinzu und lässt in einer Porzellanschale etwa 10 Minuten kochen. Man lässt die sehr trübe, jedoch nicht mehr kleisterartige Flüssigkeit, ohne sie zu schütteln oder umzurühren, erkalten und giesst sie dann vorsichtig aus, bis der aus sehr kleinen gelben Fragmenten bestehende Bodensatz

zum Vorschein kommt. Man überträgt etwas von diesem Bodensatz mit einer Pipette auf den Objektträger, erwärmt vorsichtig bis zum Trocknen auf der Gas- oder Spiritusflamme, fügt einen Tropfen Chloralhydrat hinzu und untersucht bei schwacher Vergrößerung. Der Bodensatz erweist sich als aus Haaren, Stückchen der Kleie, Körnchen der Mühlsteine und sonstigen Verunreinigungen bestehend. Man sucht die besten Fragmente aus und untersucht sie bei starker Vergrößerung; der Geübte wird übrigens schon mit dem schwachen System die Längs- und Querzellen des Weizens von denjenigen des Roggens unterscheiden können.

Nachweis des Roggenmehls im Weizenmehl.

In diesem Falle geben die Stärkekörner schon einen wichtigen Anhaltspunkt. Das häufige Auftreten relativ sehr grosser Körner, die Anwesenheit vieler Körner mit centraler Höhle und radialen Spalten, werden auf eine Beimischung von Roggenmehl hinweisen; immerhin wird nur die Untersuchung der Haare und der Kleie zu vollständiger Sicherheit führen.

Letztere geschieht in genau derselben Weise wie bei der Prüfung des Roggenmehls auf Weizenmehl. (S. p. 17 Schaumprobe und p. 19 Bodensatzprobe.) Haare, deren Membran schmaler ist als das Lumen, Querzellen mit dünnen Längswänden und dicken Enden, Längszellen mit schwach getüpfelter, dünner Membran werden bei Vorhandensein von Roggenmehl letzteres mit Sicherheit verrathen. (Vgl. p. 11 u. f. die Beschreibung des Weizen- und Roggenkorns.) Ueber den Nachweis des Gerstenmehls, Reismehls, Hafermehls, Maismehls, Hülsenfruchtmehls im Weizenmehl und Roggenmehl vgl. Gerstenmehl etc.

Nachweis von Mineralsubstanzen im Weizen- und Roggenmehl.

Der Nachweis einer Fälschung durch Mineralsubstanzen überhaupt ist in Folge ihres, im Vergleich zu den Bestandtheilen des Mehles hohen specifischen Gewichtes sehr leicht auszuführen.

Man schüttelt eine kleine Quantität, etwa 1 g. Mehl mit ca. 10 ccm Chloroform (oder in der gleichen Menge einer 45-proc. wässerigen Bromkaliumlösung) in einem Reagensglase. Das Mehl bleibt, da es etwas leichter ist als die Flüssigkeit, in derselben suspendirt, während die anorganischen Gemengtheile auf den Boden des Gefässes fallen.

Die Qualität der Mineralstoffe muss auf chemischem Wege festgestellt werden. Hier vermag das Mikroskop meist nichts Sicheres zu leisten. Von den zur Fälschung des Mehles dienenden Stoffen (kohlen-saurer Kalk, namentlich Kreide, Alaun, Knochenmehl, Gyps, Schwerspath etc.) vermögen die beiden erstgenannten ohne Analyse leicht nachgewiesen zu werden und sollen daher hier berücksichtigt werden.

Kohlensaurer Kalk. Man überträgt etwas von dem in der oben beschriebenen Weise dargestellten Bodensatz (am besten dient dazu der aus BrK.-Lösung) auf einen Objektträger, vertheilt denselben in einem kleinen Wassertropfen, setzt ein Deckgläschen auf und beobachtet bei schwacher Vergrößerung. Während der Beob-

achtung fügt man einen Tropfen Schwefelsäure zu. Ist kohlensaurer Kalk vorhanden, so werden sofort Gasblasen (Kohlensäure) und kleine Krystallnadeln (Gyps) auftreten.

Alaun. Man rührt etwa 10 g des zu untersuchenden Mehls in 50 ccm Wasser, filtrirt, und setzt dem Filtrat einige Tropfen alkoholische (oder essigsäure) Cochenilletinctur zu. Ist Alaun vorhanden, so wird die gelbrothe Farbe der Tinctur in Carminroth umgewandelt werden. Vergleich mit einem normalen Mehl ist namentlich das erste Mal nothwendig. Diese von Wittmack angegebene Methode ist eben so einfach wie sicher.

Nachweis des Mutterkorns im Weizen- und Roggenmehl.

Structur des Mutterkorns. Man stellt mit dem Rasirmesser einen dünnen Querschnitt her und untersucht ihn in Wasser bei starker Vergrößerung. Derselbe zeigt sich aus sehr kleinen, unregelmässigen, dicht schliessenden Zellen zusammengesetzt, deren Membranen weder durch Chlorzinkjod noch durch Jod und Schwefelsäure blau gefärbt werden. Die inneren Zellen führen einen farblosen, glänzenden Inhalt, der hauptsächlich aus fettem Oel besteht und dementsprechend durch Ueberosmiumsäure schwarz gefärbt wird. Die sehr dünne dunkle Rinde enthält einen rothen Farbstoff.

Man untersucht auch einen Querschnitt in Chloralhydratlösung. Der ölige Inhalt der Zellen stellt sich in diesem Falle in Gestalt kugeligter Tropfen dar, welche zum Theil aus dem Schnitt heraustreten und sich in der umgebenden Flüssigkeit vertheilen. Die Contouren der Zellen zeichnen sich viel schärfer als in Wasser.

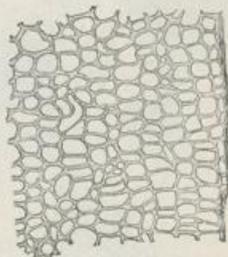


Fig. 16. Längsschnitt durch das Mutterkorn. Vergr. 300.

Das Bild des Längsschnittes ist wesentlich dasselbe wie das des Querschnittes (Fig. 16).

Vorprüfung. Man schüttelt einen kleinen Theelöffel voll des zu untersuchenden Mehls in ein Reagensglas mit etwa der drei- oder vierfachen Menge Wasser, unter Zusatz von einigen Tropfen Salzsäure. Ist Mutterkorn etwas reichlich vorhanden, so wird man mit dem blossen Auge braunrothe oder rothe Pünktchen unterscheiden. Braune Pünktchen können auch von der Kornrade herrühren; sichere Entscheidung ist nur auf mikroskopischem Wege möglich. Wo wenig Mutterkorn vorhanden, werden die rothen Pünktchen event. ganz vermisst werden, während die jetzt anzugebende Methode auch sehr geringe Beimischungen des Pilzes mit Sicherheit nachzuweisen gestattet.

Mikroskopischer Nachweis. Man sammelt in derselben Weise, wie oben für den Nachweis des Weizenmehls im Roggenmehl eingehend geschildert wurde, die Verunreinigungen des zu untersuchenden Mehls auf, indem man durch Kochen in salzsäurehaltigem Wasser ihr Fallen auf den Boden des Gefässes bewirkt. (Vgl. p. 19 Bodensatzprobe.) Dieser Bodensatz ist bei Anwesenheit von Mutterkorn nicht rein gelb, sondern enthält mehr oder weniger zahlreiche rothe Pünktchen, die auf dem weissen Grund der Porzellanschale

deutlich hervortreten, jedoch ohne genug von Fragmenten der Samenschale der Kornrade abzuweichen, um die mikroskopische Untersuchung entbehrlich zu machen.

Man fängt mit einer Pipette etwas von der bodensatzhaltigen Flüssigkeit, breitet dieselbe auf einem Objektträger aus und trocknet auf der Gas- bzw. Spiritusflamme, oder auf einem Ofen. Man untersucht das getrocknete Präparat bei schwacher Vergrößerung und setzt demselben, falls es allzu trübe sein sollte, einen Tropfen Nelkenöl (oder Citronenöl) hinzu.

Die Anwesenheit von Mutterkorn verräth sich durch rosenrothe Flecke, deren Grösse und Anzahl auf den Grad der Verunreinigung zu schliessen gestatten.

Man wird auf diese Weise auch ganz vereinzelte Mutterkornfragmente schnell auffinden, und daher ist in der Praxis dieser Methode vor dem mehr zeitraubenden Aufsuchen der Mutterkornfragmente der

Vorzug zu geben. Da aber letzteres ebenfalls, und zwar in mehr wissenschaftlicher Weise, zum Ziele führt, so mögen hier die Merkmale, welche die Fragmente des Mutterkorns unter dem Mikroskop auszeichnen, sowie der Modus der Untersuchung beschrieben werden.

Man überträgt etwas von dem Bodensatz auf einen Objektträger und fügt Chloralhydrat hinzu. Die Fragmente des Mutterkorns zeigen sich bei schwacher Vergrößerung in Form unregelmässiger Klumpen, die von kleinen, glänzenden, farblosen Kugeln dicht erfüllt und rings umgeben sind; diese Kugeln sind die in den einleitenden Bemerkungen dieses Paragraphen schon erwähnten Oeltropfen. Sie färben sich mit Ueberosmiumsäure braun bis schwarz. (Fig. 17.)

Bei stärkerer Vergrößerung wird man, wenigstens in den dünneren Stücken, die kleinzellige Structur erkennen können. (Fig. 17 a.)

An vielen Fragmenten sind Theile der Rinde sichtbar; letztere erscheint braunroth bis blutroth, und die umgebende Flüssigkeit ist, in Folge der Löslichkeit des Farbstoffes im Chloralhydrat, meist blassrosa gefärbt.

Nachweis des Brandpilzes im Weizenmehl.

Die Sporen des Weizenbrandes (*Tilletia Caries* und *T. laevis*) befinden sich, wo solche überhaupt im Mehle vorhanden waren, in dem nach Kochen in salzsäurehaltigem Wasser entstehenden Bodensatz (vgl. p. 19).

Der Nachweis ist in Folge des sehr charakteristischen Aussehens dieser Sporen äusserst einfach, namentlich (Fig. 18) für die weit häufigere *T. Caries*. Sie sind kugelig, bei letzterer Art mit netzaderigen Verdickungen versehen, bei *T. laevis*

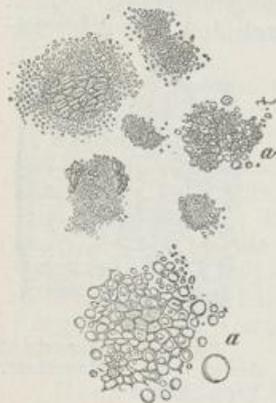


Fig. 17. Mutterkorn aus unreinem Weizenmehl. a stark (340), sonst schwach vergrössert; von Oeltropfen umgeben.

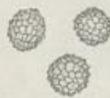


Fig. 18. Sporen von *Tilletia Caries*. Vergr. 340.

glatt, und enthalten Oeltropfen, die durch Ueberosmiumsäure schwarz gefärbt werden.

Nachweis des Radenmehls im Weizen- und Roggenmehl.

Vorprüfung. Man schüttelt etwas Mehl mit Wasser. Werden schwarzbraune Stücke sichtbar, so ist Rade vorhanden. Doch ist Verwechslung mit Mutterkorn, namentlich bei weniger Geübten, nicht ausgeschlossen, und die braunen Stücke (Fragmente der Samenschale) können in radenhaltigem, aber gesichtetem Mehle ganz fehlen. Die Vorprüfung ist jedoch nicht nutzlos, da sie den Gang der Untersuchung bestimmt.

Mikroskopischer Nachweis. Sind braune Stücke sichtbar, so sammelt man sie in derselben Weise auf, wie früher für die Fragmente der Kleie beschrieben wurde (s. o. p. 17 Schaumprobe und p. 19 Bodensatzprobe) und untersucht in Nelkenöl oder Chloralhydrat.

Die Fragmente der Rade (Fig. 19) haben unter dem Mikroskop nicht die geringste Aehnlichkeit mit denjenigen des Mutterkorns. Während letztere bei schwacher Vergrößerung nur aus einem Haufen glänzender Oelkugeln zu bestehen scheinen, stellen die Bruchstücke der Samenhaut der Rade unregelmässig eckige, kaffeebraune Fragmente mit einigen dicken, hin- und hergewundenen, die stark verdickten, radialen Scheidewände darstellenden Leisten dar. Oeltropfen sind entweder gar nicht vorhanden, oder nur äusserst spärlich um die Fragmente herum zerstreut.

Um die Strukturverhältnisse der Radenstücke deutlicher zu erkennen, kann man, anstatt in Chloralhydrat, auch in verdünnter Schwefelsäure untersuchen. Ausser nach Schalenstücken suche man auch nach den sehr eigenthümlichen Stärkekörnern, welche in gesichtetem, der Samenhautfragmente der Rade ganz entbehrendem Mehl den einzigen Anhaltspunkt geben. Man bringt einfach etwas von dem Mehl auf den Objektträger in einen Tropfen Wasser und bewegt, um das Mehl möglichst in der Flüssigkeit zu vertheilen, das Deckgläschen sanft hin und her. Die Stärkekörner der Rade haben eine rundliche oder häufiger unregelmässig längliche Gestalt, eine blassbräunliche Farbe und bestehen aus zahllosen ganz winzigen Körnern, in welche sie sehr leicht zerfallen.

Etwas geübteren Mikroskopikern sei folgende einfache Methode zum raschen Auffinden der Stärkekörner der Kornrade im Weizen- oder Roggenmehl empfohlen. Man vertheilt, wie gewöhnlich, etwas Mehl in Wasser, und untersucht bei schwacher Vergrößerung, anstatt jedoch das Präparat von unten zu beleuchten, stelle man den Spiegel derart, dass kein Licht von unten komme und das Präparat nur von oben beleuchtet werde. Die Stärkekörner des Weizens und Roggens stellen dann dünne, weisse Ringe auf dem schwarzen Grunde dar; auch die Klumpen von Weizen- oder Roggenstärkekörpern erscheinen als Haufen von Ringen oder Blasen mit schwarzer Mitte. Die Stärkekörner der Rade dagegen erscheinen in ihrer ganzen

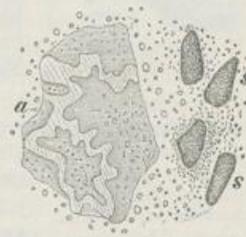


Fig. 19. Kornrade. *a* Bruchstück der Samenschale. *s* Stärkekörner. Vergr. 240.

Masse glänzend weiss und gleichen vollständig Brocken weissen Zuckers.

Nachweis des Taumellochs im Weizen- und Roggenmehl.

Die bis 6 mm langen Körner des Taumellochs besitzen einen ganz analogen gröberen Bau wie das Weizen- und Roggenkorn, hingegen sind in der feinen Structur charakteristische Unterschiede vorhanden. Längszellen und Querszellen sind dünnwandig und ganz tüpfellos, die letzteren stellenweise verdoppelt, mit braunen Inhalt führenden Innenzellen; die Samenhaut ist derber und dunkler als bei den Getreidearten, zwischen ihr und dem Samenkorn befinden sich gewöhnlich Pilzhyphen. Die Aleuronschicht ist einfach oder stellenweise verdoppelt, die Stärkekörner sind zum grössten Theile aus zahlreichen Theilkörnern zusammengesetzt (Fig. 20), die ganzen Körner linsenförmig, die Theilkörner sehr klein und polyedrisch. Kleine einfache oder zwei- bis dreitheilige Stärkekörner sind in geringerer Menge vorhanden.

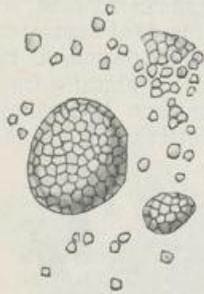


Fig. 20. Stärkekörner von *Lolium temulentum*. Ein ganzes zusammengesetztes Stärkekorn, Bruchstücke von solchen und lose Theilkörner. Vergr. 400.

Die Stärkekörner genügen, um die Anwesenheit eines fremden Mehls zu verrathen; doch sind dieselben nicht für den Taumelloch durchaus charakteristisch und können namentlich mit denjenigen des Hafers verwechselt werden. Hingegen wird die Untersuchung der Schalenfragmente zu einer sicheren Diagnose führen müssen; die Längszellenschicht des Taumellochs unterscheidet sich von derjenigen des Hafers durch das Fehlen der Haare, ferner liefern die inneren braunen Querszellen, die derbe Samenschale und, wo sie vorhanden, die Pilzhyphen innerhalb der letzteren, untrügliche Merkmale.

§ 2. Grünkernextrakt¹⁾.

Das Grünkernextrakt wird in nicht genau bekannter Weise aus unreifen Spelzkörnern dargestellt.

Die Waare von Knorr in Heilbronn besteht zum grössten Theil aus verquollenen, meist zu grösseren Klumpen vereinigten Stärkekörnern; die mehr intakten sind ausnahmslos schön geschichtet. Quellung und Schichtung sind unzweifelhaft Folgen des Präparationsmodus.

Schaum- und Bodensatzprobe ergeben, dass das Mehl sehr wenige Verunreinigungen enthält; in dem Schaum findet man neben zahlreichen, von verkleisterter Stärke erfüllten Endospermzellen nur wenige Haare, vereinzelte Bruchstücke der Kleberzellenschicht, selten kleine Gruppen von Quer- oder Längszellen. Der sehr geringe Bodensatz enthält, ähnlich wie bei anderen Mehlen, vereinzelte braune Körnchen, die von dem Mühlstein herrühren.

¹⁾ Von Knorr in Heilbronn.

Etwaige minderwerthige Nachahmungen würden sich wohl durch grössere Mengen von Haaren, Stückchen der Kleie etc. unterscheiden. Sonstige Fälschungen wie beim Weizenmehl.

§ 3. Gerstenmehl.

Die Fragmente der Schale bilden, ähnlich wie beim Weizen- und Roggenmehl, die diagnostisch wichtigsten Gemengtheile des Gerstenmehls. Es ist daher ebenfalls nothwendig, die Hüllen des Kornes etwas näher zu beschreiben.

Structur des Gerstenkorns.

Die Körner müssen vor der Untersuchung mindestens 48 Stunden in einer Mischung gleicher Theile Alkohol und Glycerin gelegen haben.

Das Gerstenkorn unterscheidet sich ausser in seltener cultivirten Rassen dadurch wesentlich von dem Weizen- und Roggenkorn, dass es mit der Spelze verwachsen ist; im Uebrigen besitzt es dieselbe gröbere Structur. Wir haben daher an der Hülle zu unterscheiden: 1) die Spelze, 2) die Fruchtwand, 3) die Samenschale.

Wir stellen mit dem Rasirmesser dünne Schnitte her parallel zur Oberfläche und untersuchen dieselben nach einander in Wasser oder Chloralhydrat. (Vgl. das oben p. 10 u. f. über die Untersuchung des Weizen- und Roggenkorns Gesagte.)

Der äusserste Schnitt enthält die Epidermis der Spelze, deren sehr eigenthümliche Zellen für den Nachweis von Gerstenmehl in anderen Mehlen grosse Bedeutung besitzen (Fig 21). Diese Epidermis besteht aus kurzen und langen Zellen, die reihenweise derart geordnet sind, dass zwei der ersteren oder eine einzige etwas grössere mit je einer langen Zelle abwechseln; die Wände sind stark verdickt und zickzackartig hin- und hergebogen.

Auf die Epidermis folgt zunächst eine Lage englumiger Fasern, dann rundzelliges Parenchym, endlich die aus isodiametrischen, etwas wellig contourirten Zellen bestehende Innenepidermis der Spelze.

Auf die Spelze folgt die Fruchtwand, deren Epidermis, ähnlich wie beim Weizen- und Roggenkorn, aus langen Zellen besteht. Diese Zellen sind jedoch sehr dünnwandig und entbehren ganz der Tüpfelung, welche den eben genannten Körnern, wie p. 12 u. 15 des näheren geschildert ist, zukommt. Die Epidermis ist mit Spaltöffnungen und dünnwandigen Haaren versehen.

An die Epidermis grenzt direkt eine mehrschichtige Lage quer-gestreckter Zellen, die den Zellen des Weizens und Roggens ähnlich gestaltet, jedoch ebenso wie die Oberhautzellen sehr dünnwandig sind und der Tüpfelung ganz entbehren.

Die Innenepidermis besteht, wo sie erkennbar ist, aus ganz ähnlichen Schlauchzellen wie beim Weizen und Roggenkorn; meist jedoch ist sie ganz obliterirt.



Fig. 21. Epidermis der Gerstenspelze. Vergr. 240.

Die zarte Samenhaut ist farblos. Man erkennt in derselben nur eine Schicht grosser, dünnwandiger Zellen.

Die Aleuronzellen, welche wie beim Weizen und Roggen die Peripherie des Sameneiweiss einnehmen, bilden nicht, wie bei den genannten, eine einzige Schicht, sondern deren drei oder vier. Sie enthalten ganz ähnliche Körner wie bei diesen.

Die Stärkekörner der Gerste sind denjenigen des Weizens sehr ähnlich, jedoch durchschnittlich bedeutend kleiner.

Fälschungen des in Deutschland überhaupt nur wenig gebrauchten Gerstenmehls durch andere Getreidemehle sind mir nicht bekannt und wenig wahrscheinlich. Ueber Fälschung durch Mineralstoffe und Verunreinigungen vgl. p. 20 das diesbezügliche im Capitel über Weizen- und Roggenmehl.

Nachweis des Gerstenmehls im Weizen- und Roggenmehl.

Die Bruchstücke der Spelze (Epidermis und Fasern) bilden die sichersten Merkmale des Gerstenmehls und gestatten, dasselbe in anderen Mehlen nachzuweisen. Man verfährt, wie oben für den Nachweis von Weizenmehl im Roggenmehl beschrieben wurde (p. 17 u. f.); der Bodensatzprobe ist in diesem Falle der Vorzug zu geben.

Fragmente der eigenthümlichen Oberhaut habe ich sogar in dem durch vorzügliche Reinheit und Feinheit ausgezeichneten Gerstenmehle von Knorr in Heilbronn gefunden; dieselben sind in den gewöhnlichen Gerstenmehlen, die allein für die Fälschung in Betracht kommen, viel zahlreicher.

Man achte auch auf die Fasern, welche im Weizen- und Roggenmehl ganz fehlen, sowie auf die ganz glatten, dünnwandigen Querzellen.

§ 4. Das Maismehl.

Die Stärkekörner des Maiskorns¹⁾ (Fig. 22) sind zum grössten Theil eckig, mit scharfen oder mehr oder weniger stumpfen Kanten. Weniger häufig sind rundliche Gestalten, linsenförmige fehlen ganz. Die Dimensionen der grössten Körner stehen denjenigen der Grosskörner des Weizens und Roggens bedeutend nach. (Vgl. die Fig. 22 mit den, bei gleicher Vergrösserung hergestellten Fig. 14 und 15.)

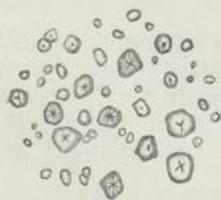


Fig. 22. Maismehl. Kleine und grosse Stärkekörner. Vergr. 240.

Die Stärkekörner sind nicht flach, wie bei Weizen, Roggen und Gerste, sondern isodiametrisch. Sie erscheinen, wenn im Wasser liegend, von einem sehr dunkelen, breiten Rande umgeben, eine Folge der Totalreflexion des Lichtes.

¹⁾ Wir sehen hier und in einigen der folgenden Fälle von der Structur der Mehlf Frucht ab, da die Mehle durch ihre Stärkekörner hinreichend gekennzeichnet sind.

Mit Ausnahme der allerkleinsten, sind die Maisstärkekörner mit einem hellen Kern versehen, von welchem häufig zwei oder mehrere Spalten ausgehen. Viele Körner besitzen eine feine, radiale Streifung.

Die Stärkekörner des Mais sind so charakteristisch, dass Beimischung anderer Mehle ohne weitere Manipulation, durch direkte mikroskopische Untersuchung des Mehls, sofort erkannt werden würde. Mineralstoffe und Verunreinigungen werden in derselben Weise, wie bei Weizen- und Roggenmehl, nachgewiesen. (Vgl. p. 20 u. f.)

Nachweis des Maismehls im Roggen- und Weizenmehl.

Die geringe Grösse, die eckige Gestalt, der Kern und die radialen Spalten, welche letzteren bei Weizen- und Roggenstärkekörnern nur in den, diejenigen des Mais bedeutend übertreffenden Grosskörnern, beim Weizen übrigens auch da nur ausnahmsweise vorkommen, gestatten, das Vorhandensein von Maismehl im Weizen- oder Roggenmehl ebenso sicher wie leicht nachzuweisen.

§ 5. Hafermehl.

Die Haferfrucht ist im Gegensatz zu anderen Getreidefrüchten an ihrer ganzen Oberfläche behaart. Die Fruchtschale ist sehr zart, die Längszellschicht dünnwandig und durch die zwischen ihren Zellen allenthalben entspringenden Haare auch in kleinen Fragmenten wohl charakterisirt, die ebenfalls sehr zarten Querzellen stehen meist schräg zu den Längszellen, die Samenhaut ist kaum erkennbar.

Die Stärkekörner des Haferkorns (Fig. 23) stellen rundliche oder elliptische Gebilde dar, welche durchschnittlich etwa die gleiche Grösse wie die Grosskörner des Weizens besitzen, von den letzteren aber dadurch wesentlich abweichen, dass sie aus zahlreichen, kleineren Körnern zusammengesetzt sind, deren eckige Contouren sich bei starker Vergrösserung deutlich zeichnen. Zum Theil sind diese Körner in ihre Bestandtheile (Theilkörner) aufgelöst, welche dann freie oder mehr oder weniger mit einander verklebte, eckige Körnchen darstellen.

Fälschung von Weizen- und Roggenmehl durch Hafermehl wird an der zusammengesetzten Structur der Stärkekörner des letzteren, bei mikroskopischer Untersuchung sofort aufgedeckt, insofern wenigstens, als die Anwesenheit eines fremden Mehls erkannt wird.

Dagegen werden weniger geübte Mikroskopiker vielleicht im Zweifel sein können, ob sie Hafer-, Reis- oder Taumellolchmehl (von *Lolium temulentum*) vor Augen haben.

Für das Reismehl sehr charakteristisch sind, wie im folgenden Paragraphen des näheren gezeigt, die grossen, eckigen, aus zusammengebackenen Körnern bestehenden Klumpen, welche im Hafermehl durchaus fehlen. Zudem sind die zusammengesetzten

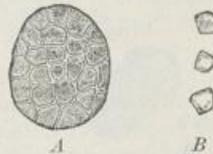


Fig. 23. Stärkekörner des Hafers. A Ein zusammengesetztes Korn. B Theilkörner desselben. Vergr. 340.

Körner des Reis meist in ihre Bestandtheile zerfallen, so dass man aus der Anwesenheit zahlreicher intacter zusammengesetzter Körner auf Hafermehl schliessen darf.

Auch die Haare des Haferkorns sind für die Entscheidung, ob Reis- oder Hafermehl vorliegt, massgebend. Die Fragmente dieser Haare, welche in gewöhnlichem Hafermehl überaus zahlreich sind, sind denjenigen des Weizens ähnlich gebaut, aber unverhältnissmässig länger, meist genau cylindrisch und von einem sehr engen Zellraum durchzogen.

Eine sichere Unterscheidung zwischen Taumelloch und Hafermehl ist auf Grund der Stärkekörner allein, obwohl im ersteren etwas kleiner als im letzteren, nicht möglich; hingegen liefern die Schalenbruchstücke untrügliche Merkmale (vgl. S. 24).

§ 6. Reismehl.

Die Stärkekörner des Reis (Fig. 24) sind, ähnlich wie diejenigen des Hafers, zusammengesetzt. Jedes derselben besteht aus zahlreichen eckigen Theilkörnchen, welche zuweilen in der Mitte einen hellen Kern zeigen.

Man bekommt allerdings relativ selten die zusammengesetzten Körner zu sehen, indem sie meist in ihre Theilkörner zerfallen sind. Zum grössten Theile bildet die Stärke, grössere, eckige, glasige Klumpen, welche für das Reismehl sehr charakteristisch sind, doch in der Poudre de riz der Friseure, wahrscheinlich in Folge von Erwärmung vor dem Mahlen, fehlen.

Fälschungen des als Nährartikel in Deutschland selten verbrauchten Reismehls werden nicht erwähnt, dagegen dient Reismehl zur Fälschung anderer Waaren (Cacao, Pfeffer etc.).

Der Nachweis des Reismehls im Weizen- und Roggenmehl ist, dank den eigenthümlichen Stärkekörnern, namentlich den grossen, eckigen Klumpen, sehr leicht. Man vergleiche darüber auch den Paragraphen über das Hafermehl.



Fig. 24. Reisstärke. Ein ganzes zusammengesetztes Korn und Theilkörner. Vergr. 400.

§ 7. Buchweizenmehl.

Der Buchweizensame hat die Gestalt einer dreikantigen Pyramide von ca. 4 mm Höhe; die Farbe der Schale ist braun in verschiedenen Schattirungen.

Die Samenschale ist zweischichtig, die Aussenschale oberwärts aus steil gestreckten, wellig contourirten, unten aus isodiametrischen glattwandigen, grossen Zellen gebildet. Die innere Schicht besteht aus zarten, quergestreckten Zellen. Die periphere Schicht des Endosperms enthält nur Aleuronkörner, die übrigen Zellen sind von Stärke dicht gefüllt. Die Stärkekörner (Fig. 25) sind klein bis sehr klein, gerundet-polyedrisch.

Das Mehl besteht theils aus den Inhaltmassen ganzer Zellen des Endosperms, theils aus losen, bzw. zu 2-3 gruppirten Stärkekörnern. Fragmente der Schale sind in den dunkleren Mehlen zahlreich, in den

weissen oder nahezu weissen spärlich; im letzteren Falle wird man sich der für Weizen- und Roggenmehl geschilderten Methoden bedienen.

Die von mir untersuchten Buchweizenmehle des Handels, auch solche in eleganten und mit Garantie für Reinheit versehenen Packeten, waren mit Weizen-, Roggen- und Hafermehl gefälscht.

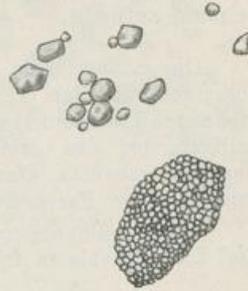


Fig. 25. Aus dem Buchweizenmehl. Unten Inhaltskörper einer Stärkezeile. Vergr. 110. Oben einzelne Stärkekörner. Vergr. 400.

§ 8. Mehl der Hülsenfrüchte¹⁾.

Das Mehl der Hülsenfrüchte ist, dank seinen charakteristischen Stärkekörnern, als solches leicht von allen anderen Mehlen unterscheidbar, und sein Nachweis z. B. im Weizen- und Roggenmehl, gelingt beim ersten Blicke. Hingegen ist die Unterscheidung von Bohnen-, Linsen- und Erbsenmehl schwieriger, oft sogar unsicher. Für die Praxis ist allerdings der Nachweis von Leguminosenmehl in anderen Mehlen meist wichtiger, als die Trennung der einzelnen Leguminosenmehle.

Man vertheile, wie gewöhnlich, etwas von dem Mehle in einem Tropfen Wasser auf dem Objektträger und lege das Deckgläschen darüber. Die Untersuchung wird bei starker Vergrößerung vorgenommen.

Die Stärkekörner des Bohnenmehls sind theils ellipsoidisch, oft bohnenförmig gekrümmt, theils rundlich, meist sehr deutlich geschichtet und mit einem dunklen, reich verzweigten Längsspalt versehen. Die Stärkekörner des Erbsenmehls sind vorwiegend rundlich, oft mit zahlreichen, wulstigen Ausstrebungen versehen, bald deutlich geschichtet, bald ungeschichtet, meist ohne Spalt; gestreckte Formen treten zurück. Die Stärkekörner der Linse gleichen sowohl denjenigen der Erbse, als denjenigen der Bohne, doch den ersteren mehr. Spaltfreie, rundliche Körner herrschen vor.

Die stets vorhandenen Bruchstücke des Cotyledonenparenchyms geben einige, allerdings nicht ganz zuverlässige Anhaltspunkte. Vollkommen sicher wird hingegen die Diagnose, wenn das Mehl, wie es zu-

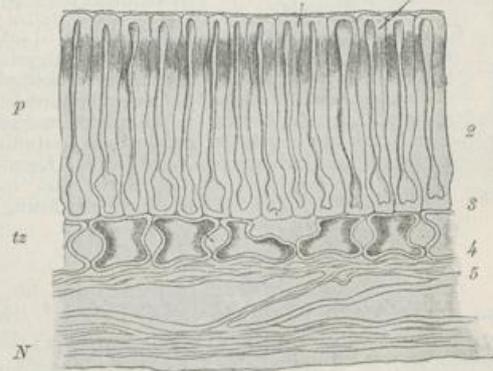


Fig. 26. Querschnitt durch die Samenschale der Erbse. *p* Palissadenepidermis, *tz* Trägerzellen, *N* obliteriertes Gewebe. Nach Tschirch.

1) Tschirch, Ueber Stärkemehlanalysen. Archiv d. Pharmacie. Bd. 22. 1882.

weilen vorkommt, aus ungeschälten Samen hergestellt ist, indem die Samenschale der Bohne, Erbse und Linse charakteristische Unterschiede aufweist.

Die Samenschale besteht aus drei scharf differenzierten Gewebeschichten, nämlich 1) der aus prismatischen dickwandigen Zellen bestehenden Oberhaut, gewöhnlich Palissadenschicht genannt; 2) dem kurz-zelligen, bei den drei in Betracht kommenden Leguminosenarten sehr ungleich gebauten, einschichtigen Hypoderm und 3) einer mehrschichtigen, schwammigen Parenchymlage, in welcher Gefässbündel verlaufen.

Vogl stellt die charakteristischen Merkmale des Bohnen-, Erbsen- und Linsenmehls in folgender Tabelle übersichtlich zusammen:

Uebersicht.

	I. Bohne (Fig. 29).	II. Erbse (Fig. 30).	III. Linse (Fig. 28).
a) Palissaden-epidermis	30—60 μ lang, glattwandig, aussen unbespitzt. Lumen innen weit, nach aussen allmählich oder rasch verjüngt.	75—110 μ lang (meist 90 μ), im inneren Theile knorrig; unbespitzt. Lumen innen weit, dann gegen die Mitte verengt, nach aussen wieder etwas erweitert.	Bis 45 μ lang, aussen mit kurzer, stumpfer Spitze, glattwandig. Lumen innen sehr weit, nach aussen verjüngt.
b) Hypoderm	Am Querschnitte vierseitig, ohne Intercellularen (R = 15—30, T = 15—25 μ), an den Seiten stärker verdickt. Krystalle von Kalkoxalat (6 μ).	Zierlich kelch-, becher- oder hantelförmig, meist am inneren Ende breiter, an den Seiten weite Intercellularen. R = 30—36, T = 36—45 μ , ziemlich derbwandig, im Umfang mit Spaltentüpfeln; ohne Krystalle.	Gedrung., seltener schlank-hantel- oder sanduhrförmig, oft verbogen mit Intercellularen, ziemlich derbwandig mit Spaltentüpfeln, R = 9—24 (meist 15—18), T = 15—30 μ , ohne Krystalle.
c) Coryledonar-parenchym	Zellen derbwandig, grobgetüpfelt. Zellmembran in der Seitenansicht grobknotig. Wanddicke mindestens 5 μ .	Ziemlich derbwandig, getüpfelt; Zellmembran in der Seitenansicht glatt oder schwach knotig. Wanddicke höchstens 3 μ .	Dünnwandig, kleingetüpfelt; Zellwand in der Seitenansicht undeutlich oder schwach knotig.
d) Stärkemehl	Körner bis 57 μ , vorwiegend regelmässig elliptisch, bohnen- oder nierenförmig mit langer, spaltförmiger, rissiger Kernhöhle und sehr stark ausgeprägten concentrischen Schichten.	15—47 μ (bis 51 μ), vorwiegend unregelmässig buckelige, höckerige Körner neben bohnen-, nierenherzförmigen und seltener regelmässig elliptischen. Viele ohne Kernspalte, mit Kern und concentrischer Schichtung.	9—45 μ (meist 20—40 μ), in der Form theils an Erbsen, theils an Bohnen sich anschliessend; viele concentrisch geschichtet, aber nicht so scharf wie Bohnenstärke, an vielen keine Kernhöhle, an anderen ein meist wenig oder gar nicht rissiger Spalt.

Zwischen den Stärkekörnern oder an denselben befestigt, sieht man feinkörnige Klumpen und Fetzen, die durch Jod gelb gefärbt werden. Es sind durch die Wirkung des Wassers mehr oder weniger desorganisirte Theile der eiweissreichen Grundsubstanz der Zellen. Dieselbe besteht, wie die Untersuchung dünner Schnitte in starkem Glycerin leicht erkennen lässt, im unversehrten Zustande aus einem dichten, feinkörnigen Plasma, in welchem kleine Aleuronkörner eingebettet liegen.

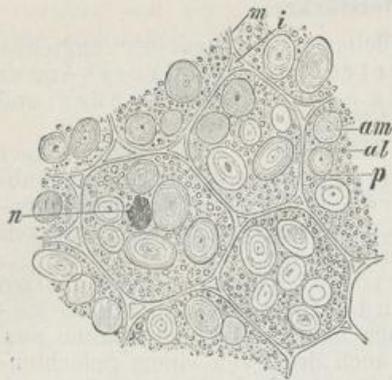


Fig. 27.



Fig. 28.

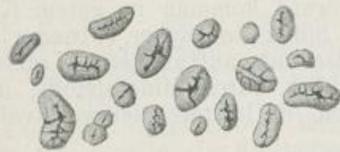


Fig. 29.



Fig. 30.

Fig. 27. Aus dem Keimblatte der Erbse. *am* Stärke, *al* Aleuronkörner, *p* Grundsubstanz, *n* Kern (nur nach Behandlung mit Farbstoffen sichtbar). Vergr. 240. Nach Strasburger.

Fig. 28. Linsenstärke. Nach Tschirch.

Fig. 29. Bohnenstärke (*Phaseolus multiflorus*). Nach Tschirch.

Fig. 30. Erbsenstärke. Nach Tschirch.

Nachweis des Leguminosenmehls im Weizen- und Roggenmehl.

Die Stärkekörner mit ihren meist grossen, schwarzen, bis an den Rand gehenden Spalten, ihrer meist deutlichen Schichtung, ihrer zum grösseren Theil länglichen oder unregelmässigen, nie linsenförmigen Gestalt, die dicken, nicht verholzten Zellwandfragmente, namentlich die ganzen Zellen mit ihren eigenthümlichen Stärkekörnern, ihrer dichten, durch Jod gelb werdenden Grundsubstanz, ihren Intercellularräumen, sind so charakteristische Erscheinungen für die Hülsenfruchtmehle, dass der Nachweis der letzteren im Weizen- und Roggenmehl keine Schwierigkeit machen kann.

§ 9. Getreide-Stärke.

Die Unterscheidung der Weizenstärke, Reisstärke und Maisstärke geschieht auf Grund der für die Mehle angegebenen Unterschiede; doch kommen Schalenbruchstücke in den Stärkearten noch weit seltener als in den Mehlen vor. Daher ist die Unterscheidung der verhältnissmässig selten in dem Handel vorkommenden Roggen- und Gerstenstärke von der Weizenstärke weit unsicherer, als diejenige der als Ausgangsmaterial dienenden Mehle.

§ 10. Kartoffelstärke.

Die Stärkekörner des Kartoffelmehls besitzen sehr ungleiche Dimensionen; die grössten übertreffen die Grosskörner des Weizen- und Roggenmehls um ein Bedeutendes und werden nur von wenigen anderen Stärkearten erreicht (Fig. 31).

Die Gestalt der grösseren Körner ist mehr oder weniger unregelmässig eiförmig, manchmal auch dreieckig, oft etwas abgeplattet, diejenige der kleineren ist kugelig. Zusammengesetzte Körner, aus zwei oder drei, selten aus mehr gleich grossen Theilkörnern bestehend, kommen manchmal vor.

Die Stärkekörner der Kartoffel besitzen stets eine sehr deutliche Schichtung und einen excentrisch gelegenen Kern. Von letzterem gehen manchmal kurze Spalten aus. Manche Körner besitzen zwei oder auch drei, von einem Schichtensystem umgebene Kerne; man bezeichnet sie als halb zusammengesetzt (Fig. 31 *B*). Bei anderen, ganz zusammengesetzten (Fig. 31 *C* und *D*) fehlen gemeinsame Schichten.

Andere Bestandtheile als Stärkekörner kommen in gutem Kartoffelmehl nicht vor. Etwaige fremde Stoffe sind daher entweder als zufällige Verunreinigung oder als Fälschung aufzufassen. Letztere wird wohl, wenn überhaupt, hauptsächlich durch Mineralstoffe, und nicht durch andere Mehle vorgenommen, da letztere viel werthvoller sind, als Kartoffelmehl.

In Pulverform findet die Kartoffelstärke als Nahrungsmittel nur wenig Verwendung; sie dient hauptsächlich zur Fälschung des Getreidemehls und der Weizenstärke sowie zur Herstellung eines inländischen Sago (vgl. Sago).

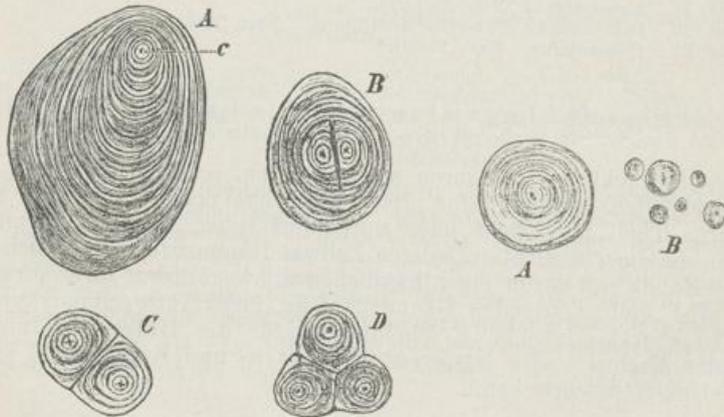


Fig. 31.

Fig. 31. Stärkekörner der Kartoffel. *A* ein einfaches, *B* ein halb zusammengesetztes, *C* und *D* zusammengesetzte Körner. Vergr. 540. Nach Strasburger.

Fig. 32. Stärkekörner des Weizens. *A* grosses, ausnahmsweise geschichtetes Korn, *B* kleine Körner. Vergr. 540.

Fig. 32.

Nachweis der Kartoffelstärke im Weizen- und Roggenmehl.

Die verhältnissmässig sehr bedeutenden Dimensionen, die ovale oder dreieckige Gestalt der grösseren Körner, die stets sehr deutliche

Schichtung und der excentrische Kern charakterisiren die Kartoffelstärke hinlänglich, um jede Verwechslung unmöglich zu machen.

§ 11. **Westindisches Arrowroot.**
(*Amylum Marantae.*)

Reines Arrowroot besteht, ähnlich wie das Kartoffelmehl, nur aus Stärkekörnern.

Diese Stärkekörner (Fig. 33) sind ungleich gross, die kleinsten punktförmig, derart kleine jedoch selten. Sie sind oval; auch die kleineren sind, im Gegensatz zu der Kartoffel, meist nicht kugelig, sondern deutlich gestreckt. Die Schichtung ist nicht überall erkennbar und stets sehr schwach. Aus dem Kern, der, ähnlich wie bei der Kartoffelstärke, sehr excentrisch gelegen ist, gehen zwei kurze, in Folge ihres Luftgehalts schwarze Spalten aus, welche einen äusserst stumpfen Winkel mit einander bilden. Bei schwacher Vergrösserung stellen sie einen kurzen, zur Längsaxe des Kornes senkrecht gestellten, schwarzen Strich dar.

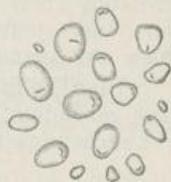


Fig. 33. Stärkekörner des westindischen Arrowroot. Vergröss. 240.

Fälschung durch andere Mehle wird an der abweichenden Structur der Stärkekörner leicht erkannt. Nur der Nachweis von Kartoffelmehl wird Ungeübten etwas Schwierigkeit machen können, und muss daher eingehender besprochen werden.

Nachweis von Kartoffelmehl im westindischen Arrowroot.

Der Anfänger wird gut thun, bei Untersuchung des Arrowroot auf Kartoffelmehl ein Präparat der verdächtigen Probe sowohl mit reinem Kartoffelmehl, als auch, wo möglich, mit reinem Arrowroot zu vergleichen.

Die Anwesenheit des Kartoffelmehls wird sich zu erkennen geben:

- 1) An der Anwesenheit von Stärkekörnern, deren Dimensionen diejenigen der Arrowroot-Stärkekörner bedeutend übertreffen.
- 2) An dem Vorkommen sehr deutlich geschichteter Stärkekörner.
- 3) An dem häufigen Auftreten grosser Stärkekörner ohne die charakteristische \sim förmige Spalte. Ist mehr als ein Viertel der Körner (die kleinsten nicht mitberechnet) ohne solche Spalte, so ist Fälschung sicher vorhanden.
- 4) An der Anwesenheit kugeligter Körner mit deutlicher Schichtung. Die sehr seltenen kugeligen Stärkekörner des Arrowroot sind sehr klein und entbehren jeder Schichtung.

§ 12. **Ostindisches Arrowroot.**
(*Amylum Curcumae.*)

Die Körner dieser im Handel viel weniger häufig als das westindische Arrowroot vorkommenden Stärkeart sind ganz flach, deutlich geschichtet, mit stark excentrisch gelegenem Kerne. Die überaus

charakteristische Gestalt sammt der Schichtung schliesst jede Verwechslung aus (vgl. Ingwer).

§ 13. Tapioca.

Zur Untersuchung kratze man mit einem Skalpell oder einer Nadel einige Partikel von den unregelmässigen Klumpen, aus welchen die Waare besteht, ab, und untersuche dieselben in einem Tropfen Wasser bei starker Vergrösserung.

Die Stärkekörner der Manihotknolle (Fig. 34) sind zum grössten Theil aus zwei oder drei Theilkörnern zusammengesetzt, in der Waare jedoch sind diese Theilkörner von einander getrennt, oder doch nur ausnahmsweise noch miteinander verbunden.

Die Theilkörner, wie sie in der käuflichen Tapioca vorkommen, sind gerundete, jedoch an einer oder zwei Stellen, den ursprünglichen Verwachsungsstellen, von ebenen Flächen begrenzte Gebilde.

Nur ganz vereinzelt treten vollkommen kugelige Körner auf.



Fig. 34. Stärkekörner der Tapioca. Vergr. 240.

Mit Ausnahme der kleinsten, punktförmigen, zeigen alle Stärkekörner der Tapioca eine sehr deutliche innere Differenzirung; man sieht nämlich stets innerhalb eines breiten Randtheils, welcher sich durch lebhaften, etwas bläulich-weissen Glanz auszeichnet, eine helle, matte, etwas röthlich-weiss erscheinende Zone (weiche Schicht), und innerhalb dieser letzteren wiederum einen glänzenden Kern, in welchem manchmal noch ein heller Punkt unterscheidbar ist.

Die weiche Schicht ist oft durch Streifen ähnlicher Lichtbrechung mit den Verwachsungsflächen verbunden.

Nicht alle Stärkekörner zeigen die eben skizzirten Structurverhältnisse deutlich. Die Tapioca wird, wie früher erwähnt, in der Wärme hergestellt, wodurch eine Verkleisterung eines Theils der Masse bedingt wird. Die verkleisterten Körner sind mehr oder weniger stark verquollen, und ihre innere Structur ist entsprechend zerstört.

Verwechslung der Stärkekörner der Tapioca mit anderen ist bei einiger Aufmerksamkeit unmöglich, jede Fälschung wird daher leicht nachgewiesen werden.

§ 14. Sago.

Die Stärke von *Sagus Rumphii* (Fig. 35) besteht zum grössten Theil aus 3—6-theiligen zusammengesetzten Körnern, und zwar ist das eine Theilkorn gross, langgestreckt, während die übrigen sehr geringe Dimensionen besitzen und kappenartig dem einen Ende des grossen Kornes aufgesetzt sind. Der Kern ist sehr excentrisch und befindet sich, bei den zusammengesetzten Körnern, in dem den Verwachsungsstellen entgegengesetzten Ende; die Schichtung ist wenig deutlich oder ganz unsichtbar.

Die Stärkekörner der Waare sind meist mehr oder weniger verkleistert, sie zeigen jedoch noch zum grösseren Theile die eben kurz skizzirten Structurverhältnisse mit hinreichender Deutlichkeit. Die zusammengesetzten Körner sind in ihre Theilkörner zerfallen, diese jedoch an den ebenen Verwachsungsflächen leicht von einfachen Körnern zu unterscheiden. Da, wo, wie in der Mehrzahl der Fälle, zwei oder drei kleine Körner einem grossen aufgesetzt waren, ist das entsprechende Ende des letzteren eckig, während das entgegengesetzte (Kernende) gerundet ist (die beiden obersten Körner auf der Figur).



Fig. 35. Stärkekörner des ostindischen Sago (von *Sagus Rumphii*). Vergr. 240.

Der Kern ist in den meisten Körnern der Sagostärke sammt den zunächst liegenden Schichten verkleistert. Die verkleisterten Stellen sind durch ganz fehlenden Glanz und schwach röthliche Farbe von den stark und etwas bläulich glänzenden unversehrten Theilen ausgezeichnet. In anderen Körnern ist der Kern sammt seiner Umgebung zerstört und durch Luft ersetzt; die Höhlung erscheint, in Folge der Totalreflexion eines Theils der Lichtstrahlen, schwarz mit heller Mitte.

Die Stärkekörner von *Borassus flabelliformis* sind etwas deutlicher geschichtet und weniger häufig zusammengesetzt als bei *Sagus*. Nicht selten sind mehrere kleine Körner zu einem traubigen Aggregat vereinigt. Kalkoxalatnadeln sollen im Sago von *Borassus* häufig vorkommen.

Sehr häufig wird der inländische Sago (*Sagou indigène*) als ostindischer verkauft. Die Kartoffelstärke, aus welcher der erstere besteht, ist trotz der partiellen Verkleisterung mikroskopisch leicht von der Palmstärke des echten Sago zu unterscheiden: die zusammengesetzten Körner der Kartoffelstärke bestehen nämlich, mit seltenen Ausnahmen, aus gleich grossen Theilkörnern, und weichen daher erheblich von denjenigen des echten Sago, die sehr ungleich grosse Theilkörner besitzen, ab. Zudem übertreffen viele der Stärkekörner der Kartoffel die grössten Körner des echten Sago um ein Bedeutendes.

Ebenso ist es leicht, in einem Gemenge von Kartoffel- und Palmensagokörnern beiderlei Sorten mit Hülfe des Mikroskops zu unterscheiden.

Alle diese Fragen haben indessen nur eine ganz untergeordnete praktische Wichtigkeit, da der Sago, der in Deutschland gehandelt wird, er möge als inländischer oder als ostindischer bezeichnet sein, beinahe ausnahmslos von deutschen Kartoffeln herrührt.