

Kartoffelstärke.

Amylum Solani, Fécule de pomme de terre, Potato starch.

Der Knollen der Kartoffel, *Solanum tuberosum* L., ist ein Stammknollen. Er ist außen von einer mehrreihigen Korkzellschicht bedeckt (Angew. Anatomie S. 273), innerhalb welcher ein relativ stärkearmes Parenchym folgt. Je weiter man nach Innen zu vorschreitet, um so größer werden die Zellen und um so stärkereicher das Gewebe. Zarte, in einen lockeren Kreis gestellte Bündel durchziehen das zartwandige Gewebe, das vornehmlich als eine hypertrophische Erweiterung des Markkörpers betrachtet werden muß. Das Gewebe enthält bei den meisten Sorten farblosen Zellsaft, bei den rotschaligen Varietäten in den subcorticalen Schichten roten Zellsaft, bei der roten Sorte solchen auch in den Zellen der inneren Gewebe. Bisweilen finden sich in den Zellen der äußeren Schichten auch Proteinkristalloide in Rhomboëderform.

Kartoffelstärke wird in großer Menge fabrikmäßig dargestellt, namentlich in Frankreich, dann in Deutschland, Österreich, Italien und Nordamerika. Die gewaschenen und zerriebenen Knollen werden ausgewaschen, die Stärke aus dem Breie abgeschieden, gereinigt und getrocknet. Das Waschen geschieht in Trommeln, das Zerreiben in eigenartigen Zerkleinerungsmaschinen, die so konstruiert sind, daß die Zellen zwar geöffnet, die Membranen aber nicht allzusehr zerrissen oder gar die Stärkekörner verletzt werden. Beim Völckerschen Verfahren werden die in Scheiben zerschnittenen Knollen einer Gärung unterworfen und dann ausgewaschen. Auch zum Abscheiden der Zellhäute und dem Auswaschen (Sieben) der Stärke aus dem gewonnenen Breie mittelst fließenden Wassers werden Maschinen verwendet: Siebe mit und ohne Bürsten, Flachsiebe, Cylindersiebe, Rüttelsiebe von verschiedener Maschenweite u. s. w. Das Absüßen und Reinigen der Stärke geschieht durch Absetzen (im Sedimenteur) und Waschen (im Laveur). Das so erhaltene Produkt (Schlemm-, Schabe- und Hinterstärke) geht dann in die Schlämmaparate oder Schleudermaschinen und wird nach dem Abtropfen des Wassers in Trockenkammern bei höchstens 40° getrocknet („erstes Produkt“). Der Rückstand vom Auswaschen des Reibels in den Sieben, die Pulpe oder Kartoffelfaser (vornehmlich Zellwand- und Korkreste, daneben kleine Mengen Zucker, Eiweiß, Pektin enthaltend) liefert das „zweite Produkt“ oder wird verfüttert oder zu Düngezwecken benutzt oder in den Brennereibetrieb eingeführt, oder der Maische des Bieres zugesetzt, oder zu Stärkesirup verarbeitet, oder als Mehlsurrogat verwendet. In der Kartoffelfaser sind höchstens 10 Proz. Stärke enthalten. Mehr als 80 Proz. der Stärke der Kartoffel werden als Stärkemehl nicht gewonnen.

Kartoffelmehl und Kartoffelstärke werden im Handel nicht unterschieden. Das Kartoffelmehl pflegt auch Kartoffelstärke zu sein.

Im Handel findet sich die Kartoffelstärke entweder in Pulverform oder in unregelmäßigen Stücken, Brocken (Brockenstücke, Schäfchen) oder in Form runder, geprefster Stengelchen (Stengel- oder Kristallstärke). Sie ist glänzend, selten ganz rein weiß, meist schwach gelblich und besitzt meist einen schwachen, krautartigen Geruch, besonders beim Behandeln mit Schwefelsäure oder Salzsäure. Die „grüne“ Stärke des Handels enthält 35–40 Proz., die „fließende“ Stärke 16 bis 18 Proz., die trockene 8–15 Proz. (meist 12 Proz.) Wasser.

Die Stärkekörner (Fig. 1) sind sehr charakteristisch. Ihre Größe variiert außerordentlich. Von ganz kleinen, nur wenige Mikromillimeter großen, findet man alle Übergänge bis zu Körnern von 70, 90 ja 100 mik und mehr Längsdurchmesser.

Die typische Form der Kartoffelstärke ist sehr charakteristisch. Es sind einfache, große Körner, die sehr deutlich geschichtet sind und deren Kern excentrisch liegt, Excentricität $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{6}$. Der Kern liegt am schmälern Ende. Ein Spalt fehlt meist, wo vorhanden, ist er zweistrahlig. Ihre Form ist unregelmäßig, drei- oder viereckig abgerundet, oft rhombisch, keil-, ja sogar beilförmig oder eirund, ellipsoidisch, nie abgeplattet oder zerklüftet, bisweilen mit eingebogener Begrenzungslinie. Als Nebenform findet man kleine runde und mittelgroße, halb- oder ganz (zu zwei oder drei) zusammengesetzte Körner (Fig. 1, *x* und *y*) mit oft tafelförmigen Teilkörnern und weniger deutlicher Schichtung, ferner eirund-muschelförmige, abgerundet drei- oder mehreckige Körner.

Der Kern liegt aber selbst bei den kleinsten Körnern excentrisch, wie das Polarisationsmikroskop lehrt.

Der Längsdurchmesser der größten Körner beträgt meist 75–110 mik, der der mittleren 45–65 mik, der der kleinen meist 15–25 mik, die kleinsten sind nur wenige Mikromillimeter lang. Die größten Körner erkennt man schon mit bloßem Auge als helle Pünktchen.

Die Schichtung der großen Körner ist so deutlich, wie kaum bei einem anderen Stärkemehl außer einigen Arrowroots. Besonders charakteristisch für die Kartoffelstärke ist zudem, daß neben zahlreichen sehr feinen Schichten stets eine oder mehrere kräftiger hervortreten (Fig. 1).

Kartoffelstärke wird in der Papierfabrikation, zum Stärken der Wäsche (allein und mit Zusatz von Stearinsäure, Walm, Gummi, Borax und Berlinerblau, bezw. Smalte oder Ultramarin: Glanzstärke, Lazulin), zum Appretieren feiner Gewebe, zur Weberschlichte, beim Zeugdruck, zur Kleisterdarstellung, zur Darstellung von Stärkezucker, Stärkesirup und Dextrin (s. d.), zur Herstellung von Nahrungsmitteln (Nudeln, geringwertige Maccaroni, Vermicelli, falschen Sago), sowie auch selbst als Nahrungsmittel oder Nährmittel allein oder in Ge-

misch mit anderen Stärkesorten (Kraftmehl, Amidon, Solanta, Semoule d'Igname), zu Puder (Poudre de riz, Blanc végétal, Poudre de Serail) und zur Celluloidbereitung benutzt. Fast alle weißen Schreibpapiere geben die Stärkereaktion. Sie enthalten 2—8 Proz. Stärke. Der Kartoffelsago oder die Kartoffeltapioka (imitierte oder deutsche Tapioka, deutscher Sago) kommt in kleinen weißen oder durchscheinenden oder rötlichgelben Kügelchen in den Handel, die ganz dem echten Sago gleichen. Die Stärkekörner dieses Sago sind auch partiell verkleistert, aber meist nicht so stark als beim echten Sago.

In Gemischen ist Kartoffelstärke, die bisweilen zur Verfälschung anderer, aber nur feiner Mehle benutzt wird (die beste Kartoffelstärke ist teurer als die feinsten Weizenmehle), leicht mikroskopisch zu erkennen; hauptsächlich an den großen Körnern, dann aber vornehmlich daran, daß nicht nur die großen, sondern auch die kleinen Körner einen excentrischen Kern besitzen, was am besten mittelst des Polarisationsmikroskopes festgestellt wird: die Balken des Kreuzes (Angew. Anatomie S. 89) schneiden sich stets im Kern. Andererseits kommt es vor, daß der Kartoffelstärke Cerealienmehle oder Cerealienstärke als Verfälschungsmittel

zugesetzt werden. Diese Beimengungen sind ebenfalls leicht zu ermitteln (vergl. Taf. 50 u. Taf. 41—45), vorausgesetzt, daß nicht nur sehr geringe Mengen zugesetzt wurden. Denn die Stärke von Weizen, Gerste und Roggen besitzt einen centralen Kern oder Spalt und nie sind in der Kartoffelstärke scheibenförmige Körner mit rundlichem Umriss zu finden, die, von der Seite betrachtet, linsenförmig erscheinen. Auch hoch zusammengesetzte Körner (Taf. 50, Fig. 1, *y*) und deren Teilkörner fehlen der Kartoffelstärke ganz. Selbstverständlich ist eine Beimischung von Reis-, Hafer-, Buchweizen- oder Maisstärke zu Kartoffelstärke noch viel leichter zu ermitteln (vergl. Taf. 50, Fig. 4—6, Taf. 53, Fig. 5). Auch zur Verfälschung von Würsten und Seifen wird Kartoffelstärke benutzt. In Wurstmasse ist oft 50 Proz. Stärkekleister verarbeitet, in Seifen 25 Proz. Stärke, ohne daß man es äußerlich wahrnimmt.

Die „Feuersicherheitsstärke, Feuerschutzstärke“, die zum Stärken der Wäsche benutzt werden, um diese gegen Entflammbarkeit zu schützen, sind Gemische von Stärke (Kartoffel-, Weizenstärke) mit Bariumsulfat und Natriumwolframat, Borax und Natriumwolframat oder Ammonsalzen in Anwendung.

Kastanienstärke.

Amylum Hippocastani, Fécule de Marronnier d'Inde.

Die dicken, fleischigen Kotyledonen der Samen von *Aesculus Hippocastanum* L. sind dicht erfüllt mit Stärkemehl, welches, obwohl ihm ein bitterer, bzw. herber Geschmack anhaftet, in einigen Gegenden (z. B. in Frankreich) in der Weise dargestellt wird, daß man die enthülsten und vermahlenden Samen ausschlämmt. Die dabei abfallende Faser oder Pulpe dient als Viehfutter. Das schön reinweiße Stärkemehl kann durch Behandeln mit sehr verdünnter Sodalösung entbittert werden.

Die Stärkekörner (Fig. 2) sind sehr charakteristisch und folgen dem Leguminosentypus (Fig. 3 u. 4). Sie sind aber höchstens mit denen der Eichel zu verwechseln, denn sie sind kleiner als die ihr nächst verwandte Bohnenstärke.

Als Typus können folgende Formen gelten. Gestreckte, finger- oder keulen-, bzw. birnförmige, seltener drei- oder viereckige, gerade oder gekrümmte Körner mit einem hellen, selten luffertfüllten, centralen Längsspalt, sowie buckelige Formen. Schichtung ist meist nicht deutlich (in Wasser betrachtet), da und dort aber zu erkennen. Die Länge dieser

typischen Körner, die stets die größten des Mehles sind, beträgt meist 25—30 mik. Hier und da bemerkt man tangentielle Spalten und radiale Risse.

Als Nebenform finden sich kleinere ovale oder rundliche oder unregelmäßig gestaltete Körner, die nur eine Größe von 10—20 mik erreichen, sowie ganz kleine rundliche von nur wenigen Mikromillimetern Durchmesser. Da und dort finden sich auch (meist zu dreien) zusammengesetzte Körner (\times , Fig. 2), auch wohl einmal ein halb zusammengesetztes Korn. Bei den zusammengesetzten Körnern ist manchmal, nicht immer, das eine Korn größer als die beiden anderen (*y*, Fig. 2).

Bei der Eichelstärke, der Reservestärke der Kotyledonen von *Quercus Robur* L., die in der Länge der Körner der Kastanienstärke sehr nahekommt (die größten Körner sind etwas größer als die größten der Kastanienstärke, bis 38 mik), prävalieren die gekrümmten Stäbchen und buckelige, unregelmäßige, aber fast stets gestreckte Formen derart, daß neben ihnen kaum eine andere Form zur Geltung kommt. Keulige Körner fehlen.

Bohnenstärke.

Amylum phaseoli.

Aus Bohnen wird Stärkemehl (Fig. 3) in geringer Menge dargestellt. Die Hauptmasse aber wird als Bohnenmehl in den Handel gebracht. Das Bohnenmehl und die Bohnenstärke sind bereits oben beschrieben worden (Taf. 48 und S. 212 und 213). Bohnenstärke verkleistert sehr leicht.

Behufs Gewinnung der Bohnenstärke werden die Bohnen, nachdem man sie hat quellen lassen, zerquetscht und der Brei ausgeschlämmt. Auf den schiefen Ebenen, über die man die Milch laufen läßt, setzen sich die größeren Körner ab, die kleineren gehen mit den Aleurinkörnern gemischt in die

Klärbassins und werden nicht gewonnen. Die Bohnenstärke besteht daher fast nur aus den großen Körnern (Fig. 3).

Der Typus der Bohnenstärke (Fig. 3 und Taf. 48, Fig. 10) ist bohnenförmig, längsgestreckt oder elliptisch, in einigen Fällen selbst zum Rhombus neigend. Stets ist ein starker, schwarz erscheinender, meist vielfach bizarr verzweigter Längsspalt, selten ein Querspalt vorhanden. Schichtung ist meist deutlich. Die größten Körner sind kleiner als die größten der Erbse (vergl. S. 212).

Als Nebenform der Bohnenstärke kommen in erster Linie, und zwar zahlreich, runde und rundlich-eiförmige Körner

vor, die jedoch auch einen dunklen Längsspalt besitzen, ferner dreieckige und ganz kleine rundliche Körner.

Ähnlich wie die Stärke von *Phaseolus vulgaris*, *multiflorus* u. a., die sich nicht voneinander unterscheiden läßt, ist auch die Stärke der *Faba*-, *Lablab*- und *Vicia*-Arten gestaltet. Etwas abweichend ist die *Dolichos*stärke: oval, klein, mit starkem, dunklen Längsspalt.

Die Stärke von *Phaseolus multiflorus* var. *niger*, *Phaseolus* vulg. var. *oblongus*, *Faba* vulg. var. *equina*, *Dolichos sinensis*, *Lablab* vulg. und *Vicia sativa* ist auf Taf. 49 abgebildet. Diese Tafel ist zu vergleichen.

Erbsenstärke.

Amylum Pisi.

Die Stärke der *Pisum*varietäten wird nur in beschränktem Maße in gleicher Weise wie Bohnenstärke (s. d.) dargestellt. In den Handel gelangt meist nur Erbsenmehl. Dieses, sowie die Erbsenstärke, sind bereits oben beschrieben und abgebildet (Taf. 47, S. 209 und 210).

Der Typus der Erbsenstärke (Fig. 4 und Taf. 47, Fig. 19) ist vorwiegend rundlich. Die Körner sind oft mit wulstigen Ausstrebungen versehen. Die Schichtung ist oft in allen Zonen deutlich zu sehen oder fehlt ganz. Der Spalt fehlt oder erscheint, wenn vorhanden, nicht so dunkel wie bei der Bohnenstärke. Querspalten sind nicht selten, Radialrisse häufig. Der Längsdurchmesser der größten Körner ist größer als der der größten der Bohne (vergl. S. 210).

Als Nebenform kommen Körner mit Längsspalt, ähnlich denen der Bohne, ferner wenige gestreckte und ganz kleine rundliche Formen vor.

Die Auflösungserscheinungen, die die Erbsenstärke beim Keimen der Samen zeigt, sind auf Taf. 48, Fig. 11, dargestellt.

Dem Typus der Erbsenstärke folgt die Stärke der *Kotyledonen* von *Lathyrus sativus*. Sie ist auf Taf. 49, Fig. 3, dargestellt.

Zwischen Erbsen- und Bohnenstärke liegt die Stärke von *Cicer arietinum* (Taf. 49, Fig. 5), und *Ervum lens* (Taf. 48, Fig. 20). Beide nähern sich jedoch meist dem Erbsentypus mehr als dem Bohnentypus.

Hirsensstärke.

Amylum panicis, Fécule de Millet.

Die Früchte der Hirse, *Panicum miliaceum* L., werden für gewöhnlich nur entspelzt, nicht gemahlen, in den Handel gebracht. Hirsensstärke wird nur in geringer Menge in England dargestellt. Neben der gemeinen oder Rispenhirse werden auch Kolbenhirse (*Setaria germanica* und *italica*) gebaut und verwendet. Die Samen der Hirsefrucht, die von festen glatten Spelzen umgeben ist, besitzen, wie die anderer Cerealien, ein sehr stärkereiches Endosperm, bei dem man ein peripherisches, helles, glasiges Hornendosperm und ein centrales, lockeres, weißes Mehlandosperm unterscheiden kann (vergl. z. B. den Mais S. 222). Im Hornendosperm liegen die Körner so dicht aneinander, daß sie sich polyedrisch abplatten (Fig. 5, *y*), und demgemäß vieleckige, kristallartige Körner bilden, im Mehlandosperm liegen sie locker gehäuft in den Zellen und sind daher rundlich (Fig. 5, *z*), nicht abgeplattet. Demgemäß wird man denn auch in dem Mehle (Fig. 5) zwei Formen auffinden: rundliche, fast genau kugelige Körner und scharfkantig-eckige, fast kristallartige Körner. Da jedoch das Hornendosperm bei weitem überwiegt, so findet man im Mehle vorwiegend scharfkantige Körner und die rundlichen treten zurück. Beide zeigen

oft einen Centralspalt. Beide haben etwa die gleiche Größe. Die meisten messen 7–12 mik, einige 13 und nur sehr wenige 15–23 mik. Schon dieser Umstand unterscheidet die Hirsensstärke auf das bestimmteste von der viel größeren Maisstärke (Taf. 50, Fig. 4), mit der sie sonst das gemeinsam hat, daß Mehl- und Hornendospermkörner nebeneinander gefunden werden und daß die Hornendospermkörner oft auch im Mehle noch zu mehreren zusammenhängen (Fig. 5, *y*).

Außer dem typischen Hornendosperm, bei dem die eckigen Körner eng aufeinander liegen, und dem typischen Mehlandosperm, bei dem die Körner locker in den Zellen liegen, giebt es nun hier noch eine Mittelform, wo abgerundet eckige Körner durch zwischengelagerte, sehr kleine, oft nur 2–3 mik große Körnchen voneinander getrennt sind (Fig. 5, *x*). Diese kleinen Körnchen sind nicht Stärke. Sie färben sich mit Jod gelb, gehören also wohl zu den Aleuronkörnern, jedenfalls sind es Eiweißkörper. Sie liegen den Stärkekörnern oft so fest auf, daß sie Eindrücke auf diesen hervorbringen. Daher erscheint die Oberfläche einiger Körner bei der Hirse warzig-grubig (Fig. 5, *w*).

Dies ist bei der Reisstärke (Taf. 50, Fig. 6), mit der die Hirsenstärke ebenfalls einige Ähnlichkeit hat, nicht der Fall. Abgesehen davon, daß die Reisstärke nur in ihren größten Körnern die Größe der Durchschnittskörner der Hirse erreicht,

fehlen ihr so gut wie ganz Mehleospermkörner und der Hirse andererseits zusammengesetzte Körner (Taf. 50, Fig. 5, ×).

In der Größe liegt die Hirsenstärke zwischen Mais und Reis.

Buchweizenstärke.

Amylum fagopyri, Haidekornstärke, Fécule de Sarrasin ou blé noir.

Die dreikantige, schwarzbraune Frucht des Buchweizen, *Polygonum Fagopyrum* L., wird in steigendem Maße, nachdem sie zuvor geschält, auf Stärke und auch auf Mehl verarbeitet. In geringerer Menge wird auch *Polygonum tartaricum* L. und *Polygonum emarginatum* gebaut und verwendet.

Durchschneidet man die Frucht quer, so findet man, daß der eiweißreiche Embryo, der stark S-förmig gekrümmt ist, in reichliches Stärkeosperm eingebettet ist. Das letztere läßt ein Horn- und ein Mehleosperm erkennen. Das Hornosperm nimmt die Peripherie des Samens ein, während das Mehleosperm im Innern (also dem Embryo an-)liegt. Auch anderwärts (beim Mais, bei der Hirse u. a.) liegt das Mehleosperm in der Nähe des Keimlings bzw. Scutellums, das Hornosperm außen. Im Hornosperm liegen die Stärkekörner so dicht aufeinander, daß sie sich gegenseitig abplatten und polyedrisch, kantig, krystallartig erscheinen. Neben ziemlich großen Körnern, die bisweilen eine Größe von 15 Mik erreichen, liegen hier ziemlich kleine, die nur etwa halb so groß sind. Die Körner des Mehl- und Hornosperms besitzen oft eine centrale Kernhöhle.

Im Mehle findet man die Körner des Hornosperms

und die des Mehleosperms etwa zu gleichen Teilen. Die Hornospermkörner sind verschieden große, meist 6—10 Mik, selten bis 15 Mik im Durchmesser messende, polyedrische, aber nicht sehr scharfkantige Körner, die bisweilen Radialrisse besitzen. Die Mehleospermkörner sind rundliche Körner von 4—8 Mik Durchmesser. Daneben finden sich Körner, rundliche und eckige, die nur 1,5—3 Mik messen.

Die Buchweizenstärke ist also im Durchschnitt viel kleiner als die Maisstärke, etwas kleiner als die Hirsestärke und nur in den Extremen größer als die Reisstärke, von der sie sich aber erstlich dadurch unterscheidet, daß sie runde Körner führt, und ferner dadurch, daß sie sich in der Buchweizenstärke sehr eigentümlich zusammengesetzte Körner als „Leiter“ finden. Diese letzteren (Fig. 6, ×) bilden entweder einfache Reihen oder mannigfach verbogene oder gelappte Gebilde; am häufigsten sind gekrümmte Stäbchen. Die Einzelkörner dieser eigentümlich zusammengesetzten Körner sind bisweilen so innig miteinander verschmolzen, daß eine Begrenzungslinie zwischen ihnen kaum wahrzunehmen ist. Auch Reihen von 3—6 Körnern (Fig. 6, y) finden sich da und dort, dagegen fehlen rundliche oder eckige Konglomerate, wie sie der Reis und der Hafer besitzt, im Buchweizen vollkommen.

Taumellohstärke.

Da der giftige Taumelloh, *Lolium temulentum* L., ein Getreideunkraut ist, so können seine Früchte in das Getreide und die Fruchtschallfragmente und die Stärke (Fig. 7) in das Mehl gelangen. Sie sind in demselben sehr schwer zu diagnostizieren, denn die Stärke stimmt fast ganz mit der Haferstärke überein und auch der Bau der Spelzen ist ähnlich dem der Haferspelzen. Doch ist beim Lolch alles zartwandiger. Die Sclerenchymsschichten fehlen oft ganz. Die Schlauchzellen sind deutlicher als beim Hafer. Jedenfalls ist es nur unter Heranziehung der Kleibestandteile möglich, Hafer und Lolch zu unterscheiden. Die Stärke stimmt bei beiden überein (vergl. Taf. 50).

In eine Grundmasse kleiner Füllstärkekörner sind zahlreiche zusammengesetzte Stärkekörner von ovaler Form (Fig. 7, ×) eingebettet, die im einfachsten Falle aus zwei, im kompliziertesten aus sehr zahlreichen Teilkörnern bestehen und meist einen Längendurchmesser von 25—65 Mik besitzen. Die Füllstärkekörner, sowie die Teilkörner der zusammengesetzten (Fig. 7) sind meist 2—5 Mik groß, die größten 7,5 Mik. Sie sind also etwas kleiner als die entsprechenden Körner der Haferstärke. Auch sind die charakteristischen „Spindeln“ der Haferstärke (S. 223) beim Lolch sehr selten oder fehlen ganz.

Tafel 53.

Erklärung der Abbildungen.

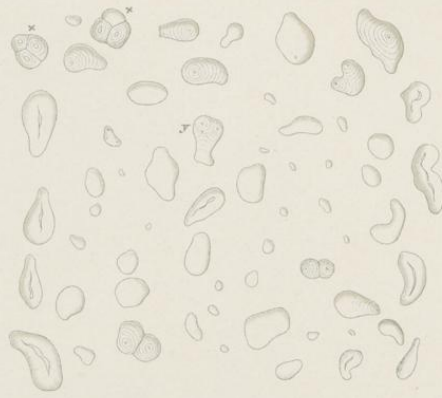
(Vergrößerung 300.)

- Fig. 1. Kartoffelstärke.
 „ 2. Kastanienstärke.
 „ 3. Bohnenstärke.
 „ 4. Erbsenstärke.

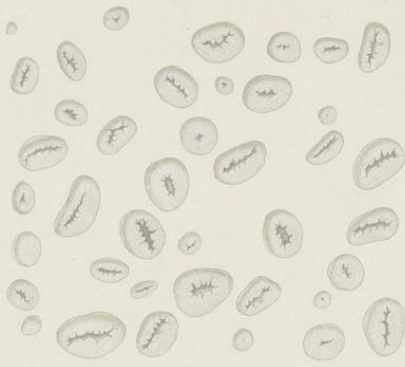
- Fig. 5. Hirsestärke.
 „ 6. Buchweizenstärke.
 „ 7. Taumellohstärke.



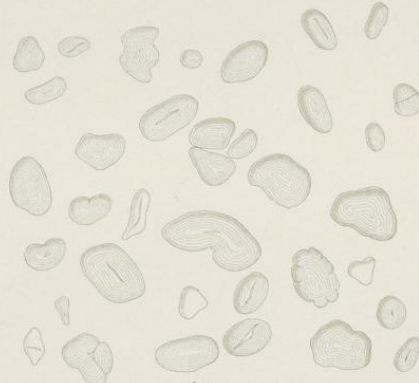
1. Solanum.



2. Aesculus.



3. Phaseolus.



4. Pisum.



5. Panicum



6. Façopyrum



7. Lolium temulentum.

sino
typ
Spi
tati
lese
spro
(bei
lang
lauf
spri
des
stet
folg
der
u.
lieg
kan
ja
Kno
ver
typ
tati
jede
abe
Ach
kan
ster
get
Bei
Kno
hier
bei
mel
erse
erfo
sino
dich
Spi
Sei