

entweder mit Oxalsäure nicht weiss getrübt, oder wenn sie durch Chlorbaryum oder durch verdünnte Schwefelsäure getrübt wird; sowie dadurch, dass die alkalisch gemachte Lösung kalische Kupferlösung schon bei  $40^{\circ}\text{C}$  reduziert, oder wenn die einfach wässrige Lösung einen schwach ammoniakalischen Cochenilleaufguss entfärbt.

In der Färberei und Zeugdruckerei verlangt man von einem guten brauchbaren Gummi, dass es 1. zarte Farben nicht zerstöre oder modifiziere, 2. sich mit der Beize von gewisser Zusammensetzung vertrage, sich zu einer gleichmässigen Mischung damit vereinigen lasse, und die Beize in ihrer Wirkung nicht abschwäche, 3. dass es mit der Farblösung nicht gelatineiere oder klümprige Mischungen gebe. Eine Prüfung des Gummis ist in jedem speziellen Falle erforderlich. Behufs Bestimmung der verdickenden Kraft und Klebrigkeit hat man Viscosimeter und besondere Aräometer, welche aber keine sicheren Resultate gewähren.

**Stärke, Stärkemehl** (*Amylum*) ( $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{O}_{10}$ ) oder ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ ). Das Stärkemehl ist die erste organische Verbindung, der wir in den Chlorophyllkörnern als Produkt eines Reduktionsprozesses begegnen, welcher sich in der Pflanze an der als wesentlicher Nahrung aus der Luft aufgenommenen Kohlensäure vollzieht. Dasselbe findet sich deshalb in allen Pflanzen, die selbständig zu assimilieren vermögen und wird sehr häufig in gewissen Teilen derselben mit der Bedeutung als „Reservebaustoff“ zu gewissen Zeiten in grösserer Menge als Zellinhaltskörper abgelagert. In grösster Menge findet man das Stärkemehl in dem Marke der Palmen, den Samen der Getreidearten, der Hülsengewächse, der Kastanien, Eichen, in den Wurzelknollen, Zwiebeln, Wurzeln.

Die Absonderung des Stärkemehls aus den Pflanzenteilen oder pulverigen Gemischen (Mehl) zum Zwecke der quantitativen Bestimmung lässt sich meist auf mechanischem Wege ausführen, indem man den frisch zerriebenen oder getrockneten und gepulverten Pflanzenteil mit kaltem Wasser mischt, auf ein Haarsieb bringt und daselbst unter Aufgiessen und Umrühren mit kaltem Wasser wäscht. Das Stärkemehl fliesst mit dem Wasser durch die Maschen des Haarsiebes und setzt sich beim Beiseitstellen des abgelaufenen Wassers zu Boden. Getreidekörner lässt man behufs Ermittlung ihres Stärkemehlgehaltes in kaltem Wasser aufquellen, um sie dann mit Wasser zerrieben in das Haarsieb zu bringen etc. Die als Bodensatz gesammelte Stärke wird zuerst durch Schütteln mit 45 proz. Weingeist, welchem man 0,1 Proz. Ätzkali zugesetzt hat, dann mit 60 proz. Weingeist, zuletzt mittelst Äthers ausgewaschen und entweder in lauer Wärme getrocknet, wenn man sie mikroskopisch untersuchen, oder bei 100 bis  $110^{\circ}$  getrocknet, wenn man sie dem Gewichte nach bestimmen will. Statt des Trocknens der pulverigen Substanz im Haarsiebe, schliesst man dieselbe auch wohl in ein Beutelchen von feiner Leinwand ein und knetet dieses

unter Darauffliessenlassen von kaltem Wasser, wobei das Wasser mit darin suspendierten Stärkekörnchen durch die Leinwand dringt. Enthält die pulvrige Substanz neben Stärkemehl auch Harze, fette und flüchtige Öle, so muss sie zuvor mit Schwefelkohlenstoff, Äther und Weingeist behandelt werden, ehe man sie mit Wasser ausknetet. Ist die Isolierung und Wägung des Stärkemehls auf diese Weise nicht zu erreichen, so führt man es durch Digestion und Kochen mit verdünnter (3 proz.) Schwefelsäure in Glykose über und bestimmt die letztere mittelst kalischer Kupferlösung\*); 180 Glykose entsprechen 162 Stärkemehl. Über die Bestimmung des Stärkemehls in den Kartoffeln siehe unter Kartoffelstärke.

Unter dem Mikroskop erscheint die Stärke in Form charakteristisch gestalteter, bald kugliger, ovaler oder länglicher, oft aber auch konischer, birnförmiger oder eckiger, durchsichtiger Körperchen von verschiedner Grösse, die bei hinreichender Vergrösserung eine deutliche Schichtung um einen bald konzentrisch, bald mehr exzentrisch gelegenen Kern erkennen lassen. Die Grösse der Stärkemehlkörnchen ist sowohl bei verschiedenen Pflanzen, als auch bei einer und derselben Stärkemehlart eine sehr verschiedene; bei der Kartoffelstärke beträgt der Durchmesser 0,06 bis 0,1 *mm*, bei der Weizenstärke haben die Grosskörner 0,035 bis 0,039, die Kleinkörner nur etwa 0,08 *mm* Durchmesser. In manchen Pflanzenteilen, wie z. B. in der Getreidefrucht, findet man gewöhnlich nur zwei Grössen, sehr kleine (Kleinkörnchen) und solche, welche 5—10 mal im Durchmesser grösser sind (Grosskörnchen), ohne dass also eine mittlere Grösse vorhanden wäre. Entweder sind die Stärkekörnchen einzeln (Einzelkörnchen) oder es hängen mehrere zusammen (zusammengesetzte Stärkekörnchen, Teilkörnchen).

Das reine Stärkemehl ist farblos oder weiss, ohne Geruch und Geschmack, und luftbeständig. Bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet hält es, ohne feucht zu erscheinen, 10—15 Proz. Feuchtigkeit mechanisch zurück. Beim Erwärmen bis zum Siedepunkt des Wassers entweicht dieser Wassergehalt, nicht ohne die Struktur der Körnchen zu verändern. Bei einer Erhitzung bis über 160° wandelt sich die Stärke, das Stadium der löslichen Stärke durchlaufend, in Dextrin um und bei stärkerer Hitze giebt sie pyrogene Produkte, wie der Zucker. Das spezifische Gewicht der lufttrocknen Stärke beträgt mindestens 1,5 und das der in der Wasserbadwärme getrockneten Stärke geht selbst bis zu 1,6 hinauf. Beim Drücken grösserer Mengen zwischen den Fingern

\*) Man erreicht dies am besten, indem man 3 *g* Stärke oder von stärkearmen Substanzen eine entsprechend grössere Menge (bei 100 bis 110° getrocknet) mit 200 *ccm* Wasser und 20 *ccm* reiner 25proz. Salzsäure in einem mit Rückflusskühler verbundenen Kolben 3 Stunden lang kocht, die Flüssigkeit nach dem Erkalten mit Natronlauge neutralisiert, auf 500 *ccm* verdünnt und im Filtrate hiervon die Menge des gebildeten Traubenzuckers durch Fehlingsche Lösung ermittelt.

oder beim Zerreiben macht sich ein eigentümlich knirschender Ton bemerkbar.

Stärke ist in kaltem Wasser, Weingeist, Äther, Chloroform, Amylalkohol etc. nicht löslich; in Wasser von  $75^{\circ}$  C quillt sie, ohne sich zu lösen, unter Zerreißen der konzentrischen Schichten ihrer Körnchen auf und bildet die dickschleimige, oft gallertartig erstarrende Masse, welche man Stärkekleister zu nennen pflegt. Wird der bei dieser Temperatur gebildete Kleister unter  $-1^{\circ}$  C abgekühlt, so gefriert das Wasser unter Abscheidung der häutigen Trümmer der Stärkekörnchen. Kocht man Stärkekleister längere Zeit, so verliert er allmählich seine schleimige Beschaffenheit und geht in eine klare, leicht filtrierbare Flüssigkeit über, die lösliche Stärke, Amylogen, enthält und infolge dessen die Polarisationsenebene nach rechts ablenkt —  $(a)_j = +215^{\circ}$  — und durch Spiritus gefällt wird. Beim Stehen des Kleisters an der Luft wird er unter Bildung von Milchsäure sauer. — Mit verdünnten Säuren (Schwefelsäure, Salzsäure, Oxalsäure) längere Zeit digeriert oder kürzere Zeit gekocht oder mit Diastase maceriert, wird der Stärkekleister dünnflüssig und in Dextrin und Glykose übergeführt.

Ein wichtiges Reagens auf Stärkemehl ist eine dünne Jodlösung, Jodwasser (Wasser mit wenig weingeistiger Jodlösung versetzt) oder Jodjodkaliumlösung. Übergießt man Stärkemehl oder mischt man Stärkekleister mit der Jodlösung, so färben sie sich schwarzblau, blau oder violettblau, es entsteht Jodstärke. Beim Kochen des Jodstärkekleisters verschwindet die Farbe, sie stellt sich aber beim Erkalten wieder ein. Durch Einwirkung des Sonnenlichtes, durch Abwaschen mit Weingeist, durch Einwirkung von Ätzkali, Chlor, Salpetersäure, Schwefligsäure, Schwefelwasserstoff wird die Jodstärke entfärbt. — Brom färbt den Stärkekleister gelb. — Beim Zusammenreiben von circa 3 Teilen trockner reiner Stärke mit 2 Teilen konzentrierter Schwefelsäure entsteht eine fast ungefärbte, etwas durchscheinende Masse, welche, nach Verlauf von 40—50 Minuten mit Weingeist ausgewaschen, in kaltem Wasser lösliche Stärke auf dem Filter zurückläßt. Dasselbe Resultat erfolgt bei der 2—3 stündigen Erhitzung des Stärkemehls mit konzentrierter Essigsäure (Eisessig) auf  $100^{\circ}$  C. — Verdünnte, 2—3 proz. Ätzkalilauge bewirken ein starkes Aufquellen der Stärke zu einem Kleister: Kartoffelstärke quillt damit zu einem 75fachen Volum auf. — In ammoniakalischer Cuprisulfatlösung quillt Stärke auf, ohne sich jedoch zu lösen. — Kalkwasser, Barytwasser, ammoniakalische Bleiacetatlösung erzeugen im Stärkekleister Niederschläge. — Gallusgerbsäure fällt die Stärke im Kleister sofort aus (Stärketannat), welcher Niederschlag sich anfangs bei Überschuss von Kleister wieder löst, bei Überschuss von Gerbsäure aber völlig abscheidet. Dieser Niederschlag ist in der Wärme in Wasser löslich und scheidet sich beim Erkalten wieder aus.

Die lösliche Stärke, das Übergangsglied bei der Umwandlung der Stärke in Dextrin, bildet trocken ein weisses Pulver, welches sich in kaltem und heissem Wasser löst und damit eine sirupdicke Flüssigkeit giebt. Sie wird aus ihrer wässrigen Lösung durch Weingeist abgeschieden. Ihre wässrige Lösung wird durch Jodlösung blau gefärbt (Unterschied vom Dextrin) und giebt mit Kalk-, Barytwasser und ammoniakalischer Bleiacetatlösung Niederschläge. Durch verdünnte Säuren wird sie in Dextrin und Glykose verwandelt. Die Lösung der löslichen Stärke lenkt die Polarisations-ebene konstant nach rechts ab.  $(\alpha)_D^{20} = +211^\circ$ . (Vergl. S. 467).

*Liquor Amyli volumetricus* nennt die Pharmakopöe die in der Massanalyse häufig gebrauchte Jodzinkstärkelösung. Sie wird dargestellt, indem man 4 Teile Stärkemehl und 20 Teile Zinkchlorid mit 100 Teilen destillierten Wassers unter Ersatz des Verdampfenden bis zur völligen Lösung der Stärke kocht, dann noch 2 Teile Zinkjodid zufügt, mit Wasser zum Liter verdünnt und filtriert. Sie dient als Indikator.

Inulin ( $C_{12}H_{10}O_{10}$ ) oder ( $C_6H_{10}O_5$ ) ist dem Stärkemehl verwandt und findet sich an Stelle der Stärke in den unterirdischen Teilen vieler Kompositen, vorzugsweise in der Cichorienwurzel, den Georginenknollen, der Alantwurzel. Es bildet ein weisses Pulver, welches nur wenig in kaltem, leicht in heissem Wasser löslich ist und mit letzterem keinen Kleister bildet, aus seiner wässrigen Lösung aber durch Weingeist ausgefällt, durch Kochen mit Wasser oder durch Digestion mit verdünnten Säuren in Levulose verwandelt wird. Jod färbt Inulin nicht dauernd gelb oder gelbbraun. Ammoniakalische Lösungen von Kupfer- und Silbersalzen werden beim Kochen mit Inulinlösung reduziert. Ammoniakalische Bleiacetatlösung erzeugt einen Niederschlag, nicht aber Kalkwasser, Barytwasser und Gallusgerbsäure. In der frischen Pflanze befindet sich das Inulin in gelöstem Zustande. Beim Eintrocknen der Pflanzenteile hinterbleibt es als gestaltlose, den Zellraum vollkommen ausfüllende Masse, die sich durch Wasser und verdünnte Mineralsäuren ausziehen lässt. Legt man einen mikroskopischen Schnitt durch einen inulinhaltigen Pflanzenteil in starken Alkohol, so scheidet sich das Inulin nach einiger Zeit in Form von charakteristischen, strahlig-krySTALLINISCHEN Gebilden, den sogenannten Sphärokrystallen im Zellraume aus.

Lichenin, Moosstärke ( $C_{12}H_{10}O_{10}$ ) oder ( $C_6H_{10}O_5$ ), findet man im Isländischen Moose und anderen verwandten Flechten. Trocken ist es gelblich, in kaltem Wasser nur anquellend, geruch- und geschmacklos. In kochendem Wasser löst es sich vollständig zu einer schleimigen Flüssigkeit, welche erkaltet eine Gallerte (die nicht leimt) darstellt. Durch längeres Kochen wird die Fähigkeit der Gallertbildung zerstört. Durch Einwirkung verdünnter Säuren wird es in Glykose verwandelt. Wenn man die Gallerte, die man durch Abkochen des Isländischen Mooses mit der 20fachen oder grösseren Menge Wassers erhält, mit

gleichviel Wasser verdünnt und mit Weingeist vermischt, so scheiden sich dicke Flocken aus, die, wenn sie durch Filtration getrennt und noch vor dem Eintrocknen mit Jod bestreut werden, eine blaue Farbe annehmen. Dieses in Wasser lösliche Kohlehydrat ist nicht identisch mit dem Lichenin, welches in Wasser nur aufquillt und mit Jod eine gelbe Farbenreaktion giebt. Der heiss bereitete, wässrige Auszug des Isländischen Moores wird durch ammoniakalische Bleiacetatlösung oder durch Bleiessig, auch durch Gallusgerbsäure gefällt, nicht aber durch Kalk- oder Barytwasser.

**Stärkemehlarten des Handels.** Im Handel findet man Weizenstärke, Kartoffelstärke, Reisstärke, Maisstärke, Arrow-root etc. Einige derselben finden sich in einem hohen Grade von Reinheit; doch sind auch zahlreiche Verfälschungen, sowohl der einzelnen Stärkearten unter einander, als auch absichtliche Beimengungen fremdartiger Körper bekannt geworden.

Die Untersuchung beginnt mit der Bestimmung des Wassergehalts des Stärkemehls. Grünes Stärkemehl, d. h. frisch bereitetes und nicht getrocknetes Stärkemehl, hält nach dem Abtropfen 45—46 Proz. Feuchtigkeit zurück. Bei mittlerer Temperatur (18—22° C) an der Luft getrocknetes Stärkemehl enthält 15—18 Proz. Feuchtigkeit, bei circa 30° getrocknet 12—13 Proz. und dasselbe kann bei längerer Aufbewahrung in feuchter Luft, bis zu circa 30 Proz. Feuchtigkeit anziehen. Bei 100° längere Zeit (24 Stunden) getrocknet, wird das Stärkemehl völlig wasserleer, es darf also eine trockene Stärke, im Wasserbade ausgetrocknet, einen grösseren Gewichtsverlust als 12—13 Proz. nicht erleiden. Ein einfaches Verfahren, den Feuchtigkeitsgehalt der Stärke zu bestimmen, verdanken wir dem Dr. C. Scheibler, welcher über dasselbe in der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin einen Vortrag hielt. Es besteht darin, 1 Gewichtsteil der Stärke mit 2 Gewichtsteilen Weingeist von 0,834 spezifischem Gewicht zu durchschütteln und gegen 1 Stunde beiseite zu stellen. Der Weingeist entzieht, wie Scheibler fand, der Stärke die Feuchtigkeit nur bis auf einen bleibenden Feuchtigkeitsgehalt von 11,4 Proz. Dagegen entzieht eine Stärke mit weniger als 11,4 Proz. Wassergehalt dem mit ihr in Berührung stehenden Weingeist wiederum Wasser. Der chemisch gebundene Wassergehalt der Stärke beträgt 10 Proz. Der Weingeist wird durch die Aufnahme von Wasser spezifisch schwerer und aus dieser Vermehrung des spezifischen Gewichtes lässt sich der über 11,4 Proz. hinausgehende Wassergehalt der Stärke leicht annähernd bemessen. Aus den Resultaten von mehr denn einem Dutzend Versuchen hat Dr. Scheibler eine Tabelle für einen Weingeist von 0,8339 spezifischem Gewicht aufgestellt, welche bis zu 65 Wasserprozenten in der Stärke angiebt. („Berichte d. deutschen chem. Gesellsch.“ II. Jahrg., S. 171.) Diese Methode der annähernden Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes der Stärke dürfte sich

für die Praxis im Stärkehandel bequem abkürzen lassen und die Tabelle überflüssig machen, wenn man den normalen Feuchtigkeitsgehalt gut lufttrockener Stärke = 12 Proz. annimmt und 2 Teile irgend eines Weingeistes von 88—90 Proz. mit 1 Teil der Stärke wiederholt schüttelt, 1—2 Stunden stehen lässt, den Weingeist dekantiert oder abfiltriert und bei derselben Temperatur wieder auf das spezifische Gewicht prüft. Die Differenz der beiden spezifischen Gewichte *minus* 1 giebt den Wassergehalt der über den normalen Wassergehalt in der Stärke enthalten ist, an. Diese Rechnung ist bis 20 Proz. Wassergehalt über den Normalgehalt jedoch nur insoweit eine richtige, als Differenzen von 0,3 Prozent nicht in Betracht kommen; bei 20 bis 25 Proz. Wassergehalt über den Normalgehalt fällt in der Rechnung das *minus* 1 weg, bei 26 bis 30 Proz. verwandelt man das *minus* 1 in *plus* 1.

Hätte man 33,3 g Stärke mit 66,6 g Weingeist von 0,835 spezifischem Gewicht bei 17,5° C während einer Stunde einigemal durchgeschüttelt, dann den Weingeist abfiltriert und dieser zeigte nun bei 17,5° C ein spezifisches Gewicht von 0,846, so enthält die Stärke  $(0,846 - 0,835 = 11 - 1 =)$  10 Proz. Wasser über den normalen Wassergehalt (von 12 Proz.). Zeigte der abfiltrierte Weingeist ein spezifisches Gewicht von 0,857, so enthielt die Stärke  $(0,857 - 0,835 = 22)$  22 Proz. Wasser über den normalen Gehalt.

Die Resultate aus sechs Versuchen stimmten mit dieser Rechnung stets bis auf Differenzen von 0,3 Proz. überein. Bei höherer Temperatur als 17—18° C war die Differenz bedeutender, und der Weingeist gab z. B. nach einer Maceration bei 22° C durchschnittlich 0,6 Proz. zu viel Wassergehalt an.

Prüfung des Stärkemehls auf Verunreinigungen, aus der Bereitung herstammend, sowie auf betrügerische Beimischungen. Das Stärkemehl des Handels enthält gewöhnlich kleine Mengen Dextrin und Glykose (0,5—3,0 Proz.), auch wohl Milchsäure (bis 0,5 Proz.). Nur in seltenen Fällen sind diese Substanzen in so geringer Menge für den technischen oder ökonomischen Gebrauch störend. Man bestimmt sie durch Ausschütteln der Stärke und Auswaschen mit destilliertem Wasser, Filtration der wässrigen Flüssigkeit durch ein doppeltes, vorher befeuchtetes Filter, Eindampfen des Filtrats und Trocknen des Verdampfungsrückstandes bei 110° C. Der Rückstand kann neben Dextrin und Glykose (letztere wird mit 60proz. Weingeist extrahiert) in Wasser lösliche Salze, zerfallenes Glaubersalz, Kochsalz enthalten und muss auf diese Substanzen geprüft werden. Geringe Trübungen, welche durch Baryumnitrat und Silbernitrat in der wässrigen, mit Salpetersäure sauer gemachten Lösung auftreten, sind ohne Bedeutung, weil das Stärkemehl mit Brunnenwasser gewaschen und behandelt ist. Im Falle starker Fällungen durch die erwähnten Reagentien, äschert man den Verdampfungsrückstand auf die im folgenden angegebene Weise ein und prüft die Asche.

Eine Beimischung von gemahlenem Gips oder zerfallenem Glaubersalz ist häufig vorgekommen, dagegen dürften Verfälschungen mit Schwerspat, Kreide, weissem Thon, weissem Bolus, gemahlenem weissem Marmor höchst selten sein. Zur Bestimmung dieser Verfälschungen übergiesst man in einem Kölbchen oder einem 2 cm weiten Reagiercylinder 1 g der pulvrigen Stärke mit einem Gemisch aus 5 ccm 25 proz. Salpetersäure und 10 ccm destilliertem Wasser (ein Aufbrausen würde die Gegenwart eines der angegebenen Karbonate andeuten) und digeriert im Wasserbade, bis Verflüssigung resp. Lösung eingetreten ist; dann kocht man die Flüssigkeit bis auf ihr halbes Volum ein und verdünnt diesen Rückstand mit einem gleichen Volum Wasser. Diese so gewonnene Flüssigkeit stellt bei reiner käuflicher Stärke eine farblose, klare oder kaum etwas trübe Lösung dar, an deren Grunde sich vielleicht einige Partikel Sand oder Kieselsäure ansammeln (ein Bodensatz deutet auf absichtliche mineralische Zusätze wie Schwerspat oder Gips); dieselbe darf weder beim Vermischen mit einem doppelten Volum Weingeist, noch auf Zusatz von Ammoniakflüssigkeit, Baryumnitrat und Silbernitrat getrübt werden oder gar eine Fällung erleiden. Eine unbedeutende, sich allmählich einstellende Trübung ist hier, wie schon erwähnt wurde, nicht zu berücksichtigen.

Will man die Aschenbestandteile quantitativ bestimmen, so wird die salpetersaure Flüssigkeit zur Trockne eingedampft, der Rückstand mit konzentrierter Salpetersäure befeuchtet, wiederum eingedampft, bei Luftzutritt gegläht und diese letzteren Operationen so oft wiederholt, bis der Glührückstand keine Kohle mehr enthält. Die Aschenbestandteile einer guten Stärke betragen kaum 0,3 Prozent, und können bei einer schlechten Kartoffelstärke, inkl. Sand, bis zu 1 Prozent (der bei 100° getrockneten Stärke) als zulässig angenommen werden.

Prüfung auf organische Verfälschungsmittel. Verfälschungen dieser Art bestehen in Vermischung einer Stärkeart mit einer anderen, z. B. Verfälschung der Weizenstärke mit Kartoffelstärke oder in einer Beimischung von Reismehl oder Weizenmehl oder von Mehl anderer Getreidearten.

Die Verfälschungen lassen sich leicht durch das Mikroskop erkennen, weil die Stärkearten und Mehlartern sich durch charakteristisch geformte Stärkemehlkörnchen unterscheiden und das Mehl eines Samens auch die Trümmer der Samenhäute und Hüllen enthält.

Die spezielle Unterscheidung der Stärkemehlartern ergibt sich aus der im folgenden zusammengestellten Charakteristik und dem chemischen und physikalischen Verhalten der einzelnen Stärkearten, und es sind bei jeder derselben auch die Prüfungen auf Beimischungen verwandter Stoffe angegeben.

Weizenstärke. Die Weizenstärke des Handels bildet sehr weisse, unregelmässige, eckige und oft mehr oder weniger längliche, trockene, mit den Fingern schwer zu zerdrückende Stücke oder zer-

rieben ein blendend weisses, mattes, nicht krümliges oder lockeres Pulver mit einem schwachen bläulichen Schimmer. 1 g der Stärke, mit einem Gemisch aus 6 *cem* 25proz. Salzsäure und 4 *cem* Wasser 5—10 Minuten geschüttelt, giebt eine gelatinöse Mischung, welche aber keinen Krautgeruch besitzt (Unterschied von der Kartoffelstärke).

Fig. 169.



Weizenstärkemehlkörnchen  
200 mal vergrössert.

Unter der Lupe glänzen die Stärkemehlkörnchen bei greller Beleuchtung, jedoch nicht in dem Masse, wie die der Kartoffelstärke. Unter dem Mikroskope zeigen die Weizenstärkemehlkörnchen eine mehr oder weniger rundliche oder fast nierenförmige Gestalt und verschiedene Grösse. Charakteristisch ist für die Weizenstärke, dass sie aus nahezu kreisrunden Körnchen besteht, unter denen ziemlich gleichviel Grosskörnchen und Kleinkörnchen vorhanden sind, während Mittelgrössen fast gänzlich fehlen. Der centrale Kern und die konzentrischen Schichten der Körnchen sind nur bei 500facher Vergrösserung zu erkennen. 1 Teil der Weizenstärke giebt mit 100 Teilen kochendem Wasser einen farblosen, aber etwas milchigen Schleim mit einem bläulichen Schimmer. Die Unterscheidung von Weizenstärke und Kartoffelstärke ist nicht schwierig. Zur Erkennung einer Verfälschung mit der billigeren Kartoffelstärke giebt das Mikroskop genügende Anhaltspunkte, denn die Körnchen der Kartoffelstärke sind grösser, von einer unregelmässigen, meist birnenförmigen Gestalt und es lassen sich daran schon bei 200—300facher Vergrösserung der exzentrische Kern und die um denselben gelegenen Schichtungen erkennen. Ein sehr vortreffliches Prüfungsverfahren ist von Redwood angegeben, nach welchem die mit etwas kaltem Wasser in einem porzellanenen Mörser zerriebene Weizenstärke nach der Verdünnung mit kaltem Wasser ein Filtrat giebt, welches durch Jodwasser nur gelblich gefärbt wird. Die Kartoffelstärke, in gleicher Weise behandelt, giebt dagegen ein Filtrat, welches auf Zusatz von Jodwasser eine violettblaue bis blaue Farbenreaktion liefert. Dieses Verhalten erlaubt, selbst eine geringe Beimischung von Kartoffelstärke zur Weizenstärke zu erkennen. Das Mengenverhältnis beider Stärkemehlarten in der Mischung muss mittelst des Mikroskops annähernd geschätzt werden. Für die Bereitung mancher Appreturmassen ist es ein wesentliches Erfordernis, dass Weizenstärke keine Kartoffelstärke enthalte.

Die Kartoffelstärke bildet pulvrige, krümlige Stücke, die sich zwischen den Fingern leicht zerdrücken lassen. Das Pulver ist feinkörnig, im Sonnenlichte seidenglänzend, aber weniger weiss als das Weizenstärkemehl; die weisse Farbe hat einen gelblichen Schimmer. Der mit 100 Teilen kochend heissem Wasser daraus bereitete Kleister ist durchscheinend mit grauem Farbenton und nicht milchig. Wird 1 g der Kartoffelstärke mit 10 *cem* einer Salzsäure, welche durch Mischung von 6 *cem* 25proz. reiner Salzsäure und 4 *cem* Wasser dargestellt ist, 5—10 Minuten lang geschüttelt, so geseht die Mischung



zu einer Gallerte und duftet einen Krautgeruch, ähnlich dem Geruch nach frischen, unreifen Bohnenhülsen, aus. Unter dem Mikroskope findet man die Kartoffelstärkemehlkörner grösser als

Fig. 170.

die der Weizenstärke, mehr oval oder birnenförmig und mit schalenförmigen, um einen (oder zwei, gewöhnlich am schmälern Teile liegenden) Mittelpunkt (Kern) laufenden Linien gezeichnet. Die Kartoffelstärke ist spezifisch schwerer als die Weizenstärke.



Kartoffelstärkemehlkügelchen  
200mal vergrössert.

Eine Beimischung von Getreidemehl zur Kartoffelstärke lässt sich teils durch das Mikroskop, teils durch das von R. Böttger angegebene Verfahren erkennen. Letzteres besteht darin, dass man ungefähr 1 g der gepulverten Kartoffelstärke (oder auch jeder anderen Stärke) in einer Porzellanschale mit 180—200 *ccm* Wasser übergiesst, zum Kochen erhitzt und dann mittelst eines Glasstabes heftig durchrührt. Kleberfreies Stärkemehl giebt nach dem Umrühren nicht den mindesten Schaum; dagegen entsteht bei Gegenwart von Mehl beim Umrühren der kochenden Flüssigkeit augenblicklich ein dicker Schaum, welcher auch nach dem Umrühren nicht alsbald wieder verschwindet.

Eine Verfälschung der Kartoffelstärke mit Reismehl ergibt sich aus der charakteristischen Form der einzelnen und zusammengesetzten Reisstärkemehlkörner. (Siehe die Fig. auf nächster Seite.)

Die Bestimmung des Stärkemehlgehaltes der Kartoffeln durch das spezifische Gewicht nach Fresenius und Schulze geschieht in der Weise, dass man in eine fast gesättigte Kochsalzlösung (1 Salz und 3 Wasser), welche sich in einem passend grossen Becherglase befindet, 10—12 Kartoffeln, die vorher mit Wasser angefeuchtet und mit einem Tuche abgerieben sind, einträgt und dann unter Umrühren noch soviel Wasser zusetzt, bis sich die halbe oder die grössere Menge der Kartoffeln in der sanft bewegten Flüssigkeit schwebend erhält, die andere Hälfte aber zu Boden sinkt. Dann bestimmt man das spezifische Gewicht der Flüssigkeit, welches auch das mittlere spezifische Gewicht der Kartoffeln ist. Lüdersdorff suchte durch eine Reihe von Versuchen das Verhältnis zwischen dem Stärkemehlgehalt der Kartoffeln und dem spezifischen Gewicht derselben festzustellen und fand gewisse Faktoren, welche durch Multiplikation mit dem spezifischen Gewicht auch den Gehalt der Kartoffeln an Trockensubstanz, deren hauptsächlichster Teil Stärkemehl ist, ergeben:

spez. Gew. der Kartoffeln	Faktor für den Stärkemehl- gehalt	Faktor für den Trocken- gehalt
1,061—1,068	9	16
1,069—1,074	11	18
1,075—1,082	13	20
1,083—1,096	15,5	22,5

spez. Gew. der Kartoffeln	Faktor für den Stärkemehl- gehalt	Faktor für den Trocken- gehalt
1,097—1,106	17	24
1,107—1,114	19	25
1,115—1,119	20	27
1,120—1,129	21	28

Gesetzt, man hat das mittlere spezifische Gewicht einer grösseren Anzahl Kartoffeln zu 1,106 gefunden, so enthalten sie  $(1,106 \times 19 =)$  21,014 Prozent Stärkemehl oder  $(1,106 \times 26 =)$  28,756 Trockensubstanz. Das Resultat der Bestimmung ist immer nur ein annäherndes, für die Praxis des Kartoffelstärkefabrikanten aber ein befriedigendes.

Fig. 171.

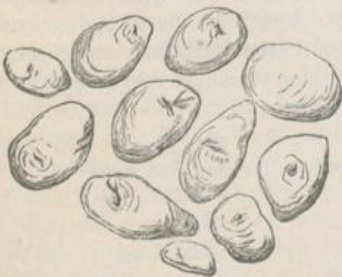


Reisstärkemehlkörner, einzeln und zusammenhängend 300mal vergrössert.

Reisstärke ist in neuerer Zeit mehr in Gebrauch gekommen, auch wird sie häufig zu kosmetischen Wasch- und Schminkepulvern verwendet. Der in Pulver verwandelte Reis, Reismehl, dient als Verfälschungsmittel teurer Stärkearten. Im übrigen steht die Reisstärke der Weizenstärke sehr nahe. Ihre Körnchen haben eine polygonale Form und bilden auch zusammengesetzte Stärkekörnchen, welche sich in ihren Konturen der Eiform nähern.

Marantastärke, Arrow-root, das Stärkemehl der *Maranta arundinacea* Linn., wird als diätetisches Arzneimittel gebraucht. Die beste und reinste Handelssorte ist das Bermuda-Arrow-root. Sie bildet ein mattweisses, geruch- und geschmackloses, sehr feines Pulver, dessen Teilchen unter der Lupe wie kleine glänzende Bläschen erscheinen. Mit 100 Teilen heissem Wasser giebt sie einen geruch- und farblosen, durchsichtigen Schleim, welcher sich mit verdünnter Jodlösung violettblau färbt. Wird 1 g der Marantastärke mit einem Gemisch aus 6 ccm 25 proz. Salzsäure und 4 ccm Wasser 5—10 Minuten geschüttelt, so erleidet sie kaum eine Veränderung und scheidet sich in der Ruhe als Bodensatz ab. Zwischen den Fingern oder beim Zerreiben knirscht sie wie jedes andere Stärkemehl. Sie ist spezifisch schwerer als andere Stärkemehlarten.

Fig. 172.



Marantastärkemehlkörnchen, 400mal vergrössert.

Die Marantastärkemehlkörnchen erscheinen, unter dem Mikroskop betrachtet, meist eiförmig oder elliptisch und sind im ganzen kleiner als die der Kartoffelstärke, welche am häufigsten als Verfälschung angetroffen wird. Bei letzteren sind die Schichten scharf hervortretend und daher auffallend sichtbar, bei ersteren dagegen sind diese Schichten sehr zart und nur wenig sichtbar. Statt des punktförmigen Kerns der Kartoffelstärkekörnchen zeigt sich an den Körnchen der Ma-

rantastärke eine kurze, selten 3 bis 4 strahlige, jedoch nicht scharf geschnittene Querspalte oder eine kleine, runde, schattige Vertiefung, meist in der Mitte oder nach dem stumpferen Ende zu, während der Kern bei den Körnchen der Kartoffelstärke fast immer am spitzeren Ende liegt. Im Durchmesser sind die Körnchen circa 0,022 bis 0,060 mm lang. Unter dem Namen Arrow-root kommen aber auch noch andere Stärkemehlarten in den Handel, oder die Marantastärke ist damit vermischt, ohne dass damit eine Substituierung oder Verfälschung von Seiten der Verkäufer beabsichtigt ist. Stärkemehlarten, die die Marantastärke ersetzen, sind z. B.:

Das Brasilianische Arrow-root, Tapiocca, Kassavastärke, welches im wärmeren Amerika aus den Knollen der *Manihot utilissima* Pohl und *Manihot Aipi* Pohl gewonnen wird. Sie ist ein schmutzig matt-

Fig. 173.



Kassavastärkemehlkörnchen.  
400 mal vergrössert.

weisses, sehr feines Pulver. Die Körnchen sind denen der Marantastärke ähnlich, jedoch mehr paukenförmig oder abgestumpft-dreieckig gestaltet oder an der Grundfläche mit zwei bis vier sich schneidenden Flächen abgestumpft, indem sie ursprünglich aus zusammengesetzten Körnchen hervorgegangen sind. Auf ihrer Grundfläche liegend erscheinen sie kugelig. Die konzentrischen Schichten sind sehr zart und undeutlich.

Das Malabar-, Bombay- oder Curcuma-Arrow-root, Tikor, Tickmehl, wird in Ostindien aus den Wurzelstöcken und Wurzeln von

Fig. 174.



Curcuma-Arrow-root 400 mal vergrössert.

*Curcuma leucorrhiza* Roxb., *C. angustifolia* Roxb. und anderen Curcumaarten gewonnen. Es ist ein mattweisses, feinkörniges Pulver, das beim Drücken zwischen den Fingern nur schwach knirscht. Die Stärkemehlkörnchen sind verschieden gestaltet, flach scheibenförmig, langgezogen in eine, auch in zwei und mehr stumpfe Spitzen auslaufend. Der Kern liegt an der äussersten Spitze und ist von sehr zarten, sehr gut sichtbaren, konzentrischen Schichten umgeben.

Fig. 175.



Tacca-Arrow-root 400 mal vergr.

Tahiti- oder Tacca-Arrow-root wird von *Tacca pinnatifida* und *oceanica* Forst. abgeleitet. Es ist dem Brasilianischen Arrow-root sehr ähnlich, soll aber einen schwachen Geruch nach Schimmel haben. Die Körnchen sind teils eckig, teils haben sie gerade Seitenflächen. Diese Sorte trifft man selten im Handel.

Hager, Untersuchungen.



Arum-Arrow-root.  
400 mal vergr.

Portland- oder Arum-Arrow-root aus den Knollen von *Arum maculatum*. Die Stärkekörnchen sind sehr klein, teils von runder, teils von eckiger Form und mehrere hängen gemeinlich traubenförmig zusammen.



Maisstärkekörnchen  
200 mal vergrössert. 400 mal

Maisstärke ist in neuerer Zeit auch unter dem Namen „Maizena“ in den Handel gekommen. Die Konturen der Körnchen erscheinen unter dem Mikroskop annähernd polygonisch. Der Kern ist deutlich zu erkennen, dagegen keine Schichtung.

Der Stärkemehlgehalt der verschiedenen stärkemehlhaltigen Körper beträgt in

	Proz.		Proz.
Bohnen	38—45	Linsen	38—44
Bohnenstroh	18—22	Mais	60—68
Buchweizen	40—45	Maismehl	72—78
Buchweizenmehl	60—65	Reis	80—88
Erbsen	48—52	Roggen	58—64
Gerste	55—60	Roggenmehl No. I.	60—62
„ Jerusalemer	40—43	„ „ II.	55—60
Gerstenmehl	62—65	„ „ III.	50—55
Hafer (geschältem)	55—60	Roggenkleie	35—40
Hirse	53—56	Weizen	55—60
Kartoffeln (frischen)	12—20	Weizenkleie	22—30
„ (lufttrockenen)	20—26	Weizenmehl	60—70
		„ No. III.	55—60

**Getreidemehl. Mehl. Kleie.** Die Getreidefrucht giebt beim Mahlen Kleie, grobes oder Schwarzmehl und Weissmehl. Sie ist eine Kariopse, eine einsamige, nicht aufspringende Frucht, deren Hülle oder Pericarpium mit dem Samen innig verwachsen ist. Das Pericarpium besteht aus drei mit einander verwachsenen Schichten, von welchen die beiden inneren reich an Stickstoffverbindungen (Proteinstoffen) und Phosphaten sind, auch Fett enthalten. Sie schliessen den weissen Kern ein, welcher hauptsächlich aus Stärkemehl besteht. Das Pericarpium liefert die Kleie, der Kern das Mehl. Das gemahlene Gemisch beider giebt das Grob- oder Schwarzmehl in mehreren Abstufungen, je nachdem in dem Mehle die Teile des Pericarpiums mehr oder weniger vorwalten. Jemehr das Mehl des Kernes darin vertreten ist, um so weisser, um so wertvoller ist es, wenigstens nach den in dem gewöhnlichen Leben geltenden Ansichten. Bestandteile der Getreidefrucht sind: Holzfaser oder Zellsubstanz Stärkemehl, Dextrin, Zucker, Fett, Proteinstoffen (Kleber, Eiweiss), Aschenbestandteile. Die bei 100° C getrockneten Getreidefrüchte enthalten in 100 Teilen