

Arrowroot.

(Fortsetzung.)

Brasilianisches Arrowroot.

Batatenstärke, Fécule de patate.

Das brasilianische Arrowroot (Fig. 1) wird aus den Knollen der in den Tropen (z. B. in Indien) allenthalben angebauten *Batatas edulis* Chois. dargestellt.

Die Stärkekörner der Patate sind zum größten Teile zusammengesetzte Stärkekörner, die aber sehr leicht in die Teilkörner zerfallen, so dass in dem Batatenmehle des Handels nur sehr selten noch zusammengesetzte Körner zu finden sind. Die Körner, die man in ihm findet, zeigen entweder eine oder mehrere Bruchflächen, meist zwei bis drei, so dass man schon hieraus schließen kann, dass zu zwei oder drei zusammengesetzte Körner im Mehle prävalieren. Die höchste von mir sicher beobachtete Zahl der Teilkörner betrug sechs, doch scheinen auch höher zusammengesetzte vorzukommen. Die Teilkörner sind meist 25—35 mik groß, bisweilen erreichen sie eine Größe von 38—45 mik, ja sogar 55 mik, die kleinen besitzen einen Durchmesser von 15—22 mik. Schichtung ist nur bei einigen deutlich, ein rundlicher Kern oder ein luftführender, zwei oder mehrstrahliger Spalt häufig. Die Bruchfläche ist, besonders bei den zu zweien zusammengesetzten Körnern, oft gewölbt (×, Fig. 1). Die Excentricität des Kernes beträgt meist $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{5}$. Die Form der Körner ist sehr mannigfaltig. Je nachdem dieselben die Teilkörner von aus zwei oder mehr zusammengesetzten Körnern sind, wechselt ihre Form natürlich sehr. Sehr viele sind konisch, bisweilen sitzt einem großen Korn ein sehr viel kleineres an, dann liegt neben einem großen Korne mit kleiner einseitiger Bruchfläche ein kleines halbkugeliges Korn. Es kommt aber auch öfter vor, dass einem großen Korne mehrere kleinere ansitzen. Überhaupt dürfte es Regel sein, dass die Teilkörner eines zusammengesetzten Kernes nicht gleich groß sind. Jedenfalls gehört es zu den Seltenheiten, dass die Körner gar nicht zusammengesetzt sind. Doch findet man stets neben den Teilkörnern hier und da einige rein rundliche Körner (z, Fig. 1), „Kugeln“, woraus hervorgeht, dass auch nicht zusammengesetzte Körner vorkommen. Diese gehören ihrer Größe nach zu den Formen mit größtem Durchmesser. Oft sind es geradezu die größten. Ihr Spalt liegt central.

Zwei andere mit „brasilianischem Arrowroot“ bezeichnete Muster meiner Sammlung stimmten ganz mit der obigen Beschreibung überein. Bei dem einen maßen die „Kugeln“ meist

20—30, beim anderen 20—40 mik im Durchmesser. Der Kern war rundlich. Auf der südamerikanischen Ausstellung in Berlin fand ich unter der Bezeichnung *Gomma de patate* ein Stärkemehl, das dem oben beschriebenen in allen Punkten gleich, nur zeigten die großen Körner mit ein oder mehreren Ansatzstellen auffallend unregelmäßige Formen. Sie zeigten oft deutliche Einbuchtungen.

Aus der Martiusschen Sammlung stammend, liegt mir eine Batatenstärke (*Gomma de patate*) vor, die in den Formen ganz mit der oben beschriebenen übereinstimmt, besonders auch neben den zahlreichen Teilkörnern große, nicht zusammengesetzte rundliche Körner aufweist, die größer sind als die Teilkörner. Doch ist bei dieser Stärke ein Spalt nur selten zu beobachten und die Größe differiert sehr stark. Die Mehrzahl der Körner misst nur 7—15 mik im Durchmesser und die größten rundlichen nur 18—26 mik.

Guyana-Arrowroot.

Yamswurzel-Stärke, *Dioscorea*-Stärke.

Das Guyana-Arrowroot ist die Reservestärke der Wurzelknollen zahlreicher, in den Tropen kultivierter *Dioscorea*-Arten, wie *Dioscorea alata*, *D. sativa* L., *D. villosa*, *D. bulbifera* L., *D. glabra* Roxb., *D. aculeata* L., *D. tomentosa* Koenig, *D. nummularia* Lam., *D. japonica* Thbg. u. a.

Von dieser Stärke liegen mir zwei ganz verschiedene Muster vor. Das eine besteht aus kleinen Stärkekörnern, das andere vorwiegend aus großen. Auch die Formen differieren. Das erstere ist in der Mitte, das zweite am Rande der Fig. 2 dargestellt.

Das kleinkörnige Stärkemehl besteht aus Körnern, die meist eine Länge von 15—19 mik haben, doch steigt die Größe bis auf 22—30 mik. Die Körner sind sehr unregelmäßig von Form, bald gestreckt, bald dreieckig, eirund oder rhombisch, bald gekrümmt, bald buckelig, oft mit einem Längsspalt versehen (Fig. 2 in der Mitte). Da und dort zeigt ein Korn eine halbkugelige Einbuchtung oder auch deren zwei (×, Fig. 2). Die Körner sind dicklinsenförmig.

Das großkörnige Stärkemehl besteht aus Körnern, die meist eine Länge von 30—38 mik (bisweilen bis 42 mik) haben, doch ist dasselbe durchmisch mit sehr viel kleineren, rundlichen oder eckigen, bisweilen sogar scharfkantigen Körnern, die nur einen Durchmesser von 7,5—15 mik haben

und die oft die Teilkörner zusammengesetzter sind. Die großen Körner, die den Typus bilden, sind unregelmäßig von Form, doch regelmäßiger als die oben beschriebenen. Die Eiform dominiert und die abgerundet dreieckigen Körner. Daneben finden sich gekrümmte Formen und abgerundet-rhombische. Die Körner sind dicklinsenförmig (*y*, Fig. 2). Ein Kern oder ein Spalt sind oft zu sehen, auch Schichtung ist bisweilen deutlich, freilich nicht immer; wenn vorhanden, dann erscheint sie dicht und scharf. Der Kern pflegt am schmalen Ende des Kornes stark excentrisch zu liegen.

Bananenstärke.

Auch die Bananenstärke geht bisweilen unter dem Namen Guyana-Arrowroot, obwohl sie keineswegs nur in Guyana, sondern auch in anderen tropischen Gebieten dargestellt wird. Mir liegen z. B. Muster aus Porto Rico und Bermudas vor.

Sie ist die in ziemlich beträchtlicher Menge im Fruchtfleisch der Hauptobstfrucht der Tropen, besonders des tropischen Asiens, der Banane oder des Pisang, *Musa paradisiaca* L., abgelagerte Reservestärke, die durch Ausschlämmen des Fruchtfleischbreies mittelst Wasser isoliert werden kann.

Die Stärkekörner sind im Durchschnitt ziemlich groß und sehr unregelmäßig gestaltet (Fig. 3), bald sind sie breit rundlich-viereckig, bald gestreckt eiförmig oder oblong oder gar wurst-, flaschen- oder keulenförmig. Auch stark verbogene Formen sind häufig. Am bemerkenswertesten aber erscheinen die aus zwei oft ziemlich gleichgroßen Teilkörnern bestehenden zusammengesetzten Stärkekörner (*x*, Fig. 3), deren beide Teilkörner meist gleichsinnig gebogen zu sein pflegen, so daß das Ganze oft die Gestalt einer Sichel besitzt. Die Körner sind ziemlich dick-linsenförmig, so daß sie, von der Seite betrachtet, wie in *y*, Fig. 3, dargestellt erscheinen. Schichtung ist oft deutlich. Der rundliche, stark excentrische Kern liegt oft am breiteren Ende, manchmal aber auch am schmäleren.

Die größten Körner messen meist 45–65 mik, die mittleren 22–34 mik, die kleinsten rundlichen Körner, die in geringer Menge beigemischt sind, nur 4–12 mik. Bei einer Bananenstärke des Handels, die ich Oberdörffer verdanke, maßen die großen Stärkekörner 60–75 mik. Die Form der Körner war die gleiche.

Bei einer aus Bermudas stammenden Bananenstärke bestand das Mehl fast ausschließlich aus scharf- und dichtgeschichteten (ich zählte bisweilen fast 100 Schichten), gestreckt-wurstförmigen oder finger- bzw. flaschenförmigen Körnern, die oft stark gebogen und nicht selten bis 100 mik lang waren, bei nur relativ geringer Breite. Sie sehen oft aus wie Fig. 3, *x*.

Diese erhebliche Größendifferenz der Körner ist offenbar darauf zurückzuführen, daß verschiedene Varietäten des Pisang zur Darstellung der Stärke herangezogen wurden. Vom Pisang sind gegen 100 Varietäten in Kultur.

Sago.

Im Grundparenchym ihres Stammes speichern die Sago-palmen, Arten der Gattung *Metroxylon* Rottb., besonders *M. Sagus*, *Rumphii*, *laevis*, *Koenigii*, reichlich Stärke, um sie zur Zeit der Blüte und Fruchtreife wieder zu verbrauchen. Diese Reservestärke des Stammes ist es, die als Sago gewonnen wird, und zwar durch das ganze Verbreitungsgebiet der Sagopalmen von Malacca und Sumatra im Westen bis zu den Fijiinseln im Osten, von Siam und Mindanao im Norden bis zu den kleinen Sunda-Inseln und Neu-Guinea im Süden. Hauptsächlich ist jedoch der Osten des Gebietes Sago produzierend. Die Gewinnung (vergl. Tschirch, Indische Heil- und Nutzpflanzen, S. 163) erfolgt durch Ausschlämmen des ausgekratzten Rohmehles mittelst Wasser in ziemlich primitiver Weise. Das Mehl enthält, in dieser Form gewonnen, noch reichlich Pflanzenreste. Durch abermaliges Schlämmen wird es von denselben getrennt und dann entweder als Sago Flour in den Handel gebracht oder (meist in Singapore) granuliert (Pearl Sago). Um aus dem geschlämmten Sagomehl Perlsago zu machen, wird das Schlemmwasser abgelassen, der feuchte, am Boden sitzende Kuchen herausgenommen und an der Sonne bis zur krümeligen Trockne gebracht; darauf in Stücke zerschlagen und gesiebt; die auf dem Siebe liegenden Stücke werden weiter zerklopft, das Durchfallende in einen gespreizten Sack geschüttet und in diesem so lange gerüttelt, bis sich die Körner rundlich gescheuert haben. Man nennt diese Prozedur „Perlen“. Darauf wird das beim Perlen sich stets ergebende Mehl abgesiebt, der gerperlte Sago durch verschiedene grobmaschige Siebe in feinkörnigen und grobkörnigen sortiert, nochmals in Säcken gerüttelt und endlich auf flachen, eisernen, schwach erwärmten Pfannen so lange „gerollt“, d. h. geröstet, bis die Körner oberflächlich verkleistert sind. Manche Fabriken perlen nur ohne zu rollen. Die ungerollten Körner sind weiß, die gerollten partiell glasig. Die mir vorliegenden Muster gegerlten Sagos haben drei Größen, die kleineren messen 1 mm, die größeren 1,5–2 mm, die größten 2,5–3 mm im Durchmesser, alle zeigen an ihren Stärkekörnern alle Stadien der Verkleisterung, während die Körner des Sago Flour, von dem mir ebenfalls mehrere Muster vorliegen, die ich, ebenso wie den Perlsago, aus Singapore mitgebracht, keine Verkleisterungserscheinungen darbieten. Wohl aber zeigen einzelne Körner der Muster Veränderungen, wie sie bei der Stärke gekeimter Samen (vergl. z. B. Fig. 5 und Taf. 48, Fig. 11) oder ausgetriebener Kartoffeln zu beobachten sind, sie sind korrodiert, oder zeigen große Centralhöhlen oder zahlreiche Radialrisse oder andere Erscheinungen, die Zeichen beginnender Auflösung sind. Wodurch diese Veränderungen hervorgerufen wurden, ist nicht mehr zu ermitteln. Ob die Stärke zu einer Zeit aus der Pflanze gewonnen wurde, wo sie schon in der Auflösung begriffen war, d. h. also zu einer Zeit kurz vor der Blüte, oder ob die Stärke durch beginnende Fermentierung während des Schlämmens angegriffen wurde, kann durch den Befund an dem fertigen Materiale nicht mehr entschieden werden. An eine Dextrinierung der Körner in-

folge von gelinder Röstung kann nicht wohl gedacht werden, da sie in Öl betrachtet das gleiche Bild bieten als in Wasser. Andere mir vorliegende Sagostärke zeigte diese Erscheinungen nicht. Sagostärke, bezw. Sagomehl, mit Zellfragmenten, Haaren, Sclereiden u. dergl. untermischt, also ungeschlämmt, ist im Handel jetzt selten zu finden. Keineswegs ist das Fehlen von Zellfragmenten ein Zeichen, daß Sagostärke, bezw. eine andere Palmstärke nicht vorliegt, wie das Vorkommen von dergleichen Bildungen nicht unbedingt auf Palmstärke deutet.

Die Stärkekörner des Sago-Flour, der ein weißes oder grauweißes, bezw. rötlichweißes Pulver bildet, besitzen zwei verschiedene Formen, die einen sind einfach, die anderen zusammengesetzt. Die einfachen Körner (die Nebenform) sind meist sehr groß, 50—65 Mik, oft eiförmig oder nahezu eiförmig oder etwas gestreckt oval-länglich. Sie besitzen meist am breiteren Ende des Kornes einen ziemlich stark excentrischen Kern, bezw. an seiner Stelle eine zwei- bis mehrstrahlige Kernspalte.

Den Typus bilden jedoch zusammengesetzte Körner sehr eigentümlichen Baues (Fig. 4). Es gruppieren sich nämlich um ein auffallend großes Hauptkorn, welches eine Länge von 52—68 (selten bis 80) Mik besitzt, aber auch kleiner — 30—45 Mik — sein kann, ein oder mehrere (bis 5, meist 2—3) Nebenkörner, die für gewöhnlich nur einen Durchmesser von 10—20 Mik besitzen. Die Kleinkörner sitzen meist kurzen Vorstülpungen des Großkornes mit flacher Ansatzstelle oder dem verschmälerten Ende desselben an. Wenn mehrere Nebenkörner vorhanden sind, so sitzen sie der Regel nach nicht weit voneinander (Fig. 4, X). Im Sago-Flour sowohl wie im gepulverten Sago sind jedoch der Regel nach die Nebenkörner vom Hauptkorn abgefallen, da sie sich sehr leicht von demselben abtrennen. Das Hauptkorn zeigt alsdann, besonders deutlich wenn mehrere Nebenkörner vorhanden waren, die vorgestülpten kurz- und breitstängigen Ansatzstellen (Fig. 4) und erscheint dadurch höckerig.

Das Hauptkorn ist länglich, trapezförmig oder dreieckig-rhombisch oder zuckerhutförmig, überhaupt sehr mannigfaltig in Gestalt, kaum je abgeplattet, meist beim Rollen runderlich. Schichtung ist bisweilen zu sehen. Der Kern liegt excentrisch, $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$, selten bis $\frac{1}{7}$, und ist meist von einem ein- oder mehrstrahligen Spalt durchzogen. Die Nebenkörner sind halbkugelig, nützen- oder tiaraformig, erheblich kleiner als das Hauptkorn (im äußersten Falle $\frac{1}{6}$ desselben lang), stets mit einer mehr oder weniger runden, meist ebenen, selten gekrümmten Ansatzstelle versehen.

Im gepulverten Sago findet man natürlich ganz die gleichen Formen, daneben aber beobachtet man alle Stadien der Verkleisterung der Körner (Fig. 4, a, b, c). Die Verkleisterung beginnt in den inneren, weicheeren, wasserreichen Schichten. In den ersten Stadien der Verkleisterung (a) zeigen die Körner eine große Centralhöhle, die sich oft durch einen Kanal nach außen öffnet, in den späteren (b) ist die Höhle stets ganz offen, in den letzten (c) ist das ganze Korn in einen Kleisterballen von unregelmäßigem Umriss und zarter Kontur übergegangen.

Der Grad der Verkleisterung ist keineswegs bei den einzelnen Sagoarten und den Körnern einer Sorte gleich. Er hängt begrifflicherweise von dem Grade der Erhitzung ab.

Ein (als von *Saguerus Rumpfii* stammend bezeichnetes) Sagomehl aus Java stimmte im allgemeinen mit der obigen Beschreibung überein, namentlich fehlten auch ihm jegliche Zellreste. Die Hauptkörner hatten selten einen Spalt, meist einen rundlichen Kern, und zeigten bisweilen eigentümliche, meist gekrümmte Zapfen oder hornartige Ansätze, die oft bizarr verbogen waren. Die Nebenkörner waren oft sehr flach.

Auch von anderen Palmen wird Stärke gewonnen, so besonders von *Borassus flabelliformis* L. (der Palmyrapalme) in Ostindien, wenig von *Arenga saccharifera* Labill. (der Zuckerpalme) auf den Sangir-Inseln, auf Celebes und Java, wenig auch von *Caryota urens* L. (in Indien), und den *Chamaerops*-arten in Nordamerika. Mehr werden die Cycadeen zur Stärkegewinnung herangezogen, so z. B. *Zamia spiralis* in Australien, *Zamia pumila*, *angustifolia* und *tenuis* in Westindien, *Zamia media* Jaqu. in Ostindien und *Cycas revoluta* und *Cycas circinalis* in Japan und China.

Die Stärke der Palmyrapalme ist der echten Sagostärke ähnlich, weicht aber doch in einigen Punkten davon ab. Namentlich sind hoch zusammengesetzte Stärkekörner hier häufiger.

Auch andere Stärkesorten werden zur Bereitung von Sago herangezogen, so pflegt der deutsche und französische Sago aus Kartoffelstärke (manchmal auch aus Weizenstärke), der brasilianische Sago aus Batatenstärke, der Portlandsago aus Arumstärke bereitet zu werden. Auch die Tapioca (S. 226) ist als eine Sagoart zu betrachten.

Stärke aus gekeimtem Weizen.

Wie schon oben (S. 219) erwähnt, wird die in den Reservebehältern der Samen aufgespeicherte Stärke bei der Keimung aufgelöst. Die Auflösung erfolgt vornehmlich nach zwei Typen. Die eine dieser Typen findet sich z. B. bei der Bohne. Hier erfolgt die Auflösung vieler Stärkekörner durch Abschmelzen von außen (Taf. 48, Fig. 11). Der andere Typus findet sich z. B. beim Weizen (Fig. 5). Hier geht der Prozeß in folgender Weise vor sich. Zuerst entsteht ein Spalt, resp. der parallel zur Kornfläche streichende erweitert sich. Es treten Radialrisse auf und die anfangs gar nicht oder nur schwach sichtbare Schichtung wird deutlich (Fig. 5a). Hierauf beginnt in den inneren Schichten des Kornes, und zwar in den wasserreicheren, die Auflösung, so daß zunächst concentrisch ineinander geschachtelte Schalen entstehen, die durch mehr oder weniger breite Zwischenräume voneinander getrennt sind (Fig. 5b). Dann verbreitert sich der Spalt und sendet neue Strahlen durch die Schichten (Fig. 5c). Nuncmehr beginnt auch die Korrosion in allen Schichten, besonders in den äußersten, so daß der Umriss des Kornes jetzt ein

sehr unregelmäßiger wird (Fig. 5 *d*). Schließlich zerfällt dann das Korn in einzelne Fragmente (Fig. 5 *e*), die sich allmählich vollständig auflösen.

In keimendem Getreide findet man alle diese Stadien nebeneinander. Da die Auflösungserscheinungen sehr charakteristisch sind (Fig. 5), so ist es leicht, eine Beimengung gekeimten Getreides zu dem Mehle mikroskopisch festzustellen.

Dextrin.

Das Dextrin wird entweder durch Rösten der Stärke — meist wird Kartoffelstärke benutzt — bei 180—200° oder durch Behandeln der Stärke mit verdünnten Säuren (Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Oxalsäure) oder endlich, wenn schon sehr selten in praxi, durch Einwirkung von Diastase auf Stärke dargestellt. Stets ist das Produkt, das man bei diesen Prozessen erhält, ein Gemenge erstlich von noch unveränderter Stärke, sodann von verschiedenen Zwischenprodukten: Amylogen, Amylodextrin, Erythrodextrin und Achroodextrin, und endlich von Dextrin selbst (Maltodextrin) und Zucker.

Außerlich sind die Kartoffelstärkekörner fast gar nicht verändert, und wenn man das Dextrin in Öl betrachtet, so

findet man an den Stärkekörnern kaum eine Veränderung. Nur die Kernhöhle erscheint größer und enthält stets eine Gasblase (Fig. 6 *a*), bisweilen ist wohl auch ein großer Spalt sichtbar. Niemals aber ist der Umriss des Kornes verändert. Außerlich macht sich daher die tiefgreifende Veränderung, die das Korn erlitten, nicht bemerkbar. Selbst das schwarze Kreuz ist bei Betrachtung mit dem Polarisationsmikroskope noch unverändert zu erkennen. Trägt man jedoch das Dextrin in einen Tropfen Wasser ein, so sieht man alsbald, welche Veränderungen vorgegangen (Fig. 6). In den ersten Stadien der Dextrinierung hat sich der Spalt erweitert und die innersten Schichten sind gelöst, die Schichtung ist deutlich geworden. In den ferneren Stadien hat eine Schalenbildung parallel den Schichten Platz gegriffen und die Dextrinierung ist besonders in den äußeren Schichten und hier in den wasserreicheren erfolgt. Das als Einlegefähigkeit dienende Wasser bringt denn auch in diesen Schichten die größten Veränderungen hervor. Das Dextrin und der Zucker lösen sich und die wasserarmen Schichten bleiben als zarte Häute zurück, die den noch solid gebliebenen, mit Jod sich blau oder violett färbenden Rest allseitig oder einseitig wie Schalen umgeben.

Tafel 52.

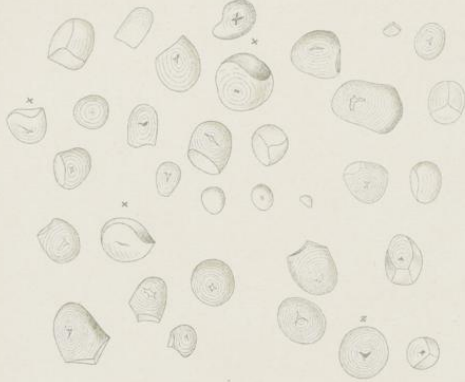
Erklärung der Abbildungen.

(Vergrößerung 300.)

- Fig. 1. Brasilianisches Arrowroot (Bataonstärke).
 „ 2. Guyana-Arrowroot (Dioscoreastärke).
 „ 3. Bananenstärke.

- Fig. 4. Palmen-Sago.
 „ 5. Stärke aus gekeimtem Weizen.
 „ 6. Dextrinierte Stärke.

1 Batate



2 Dioscorea.



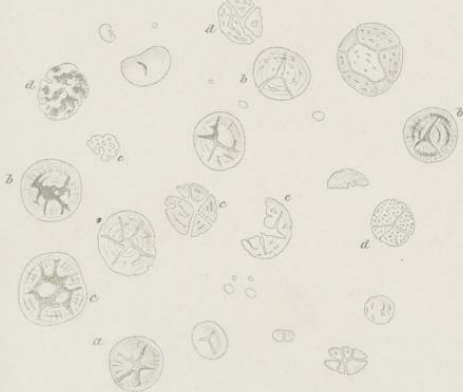
3 Banane.



4 Saigo.



5 Stärke aus gekeimtem Weizen.



6 Dextrin.



