

- Fig. 5. Eine in umgekehrter Lage aufgegangene Blüthe von der Seite gesehen.
 „ 6. Eine in ganz aufrechter Stellung aufgegangene Blüthe von oben gesehen.
 „ 7. Diagramm der Blüthe.

Alle Blüthen ungefähr in natürlicher Grösse.

Fig. 8—15. *Cleome gigantea*.

Fig. 8 und 9. Entwicklungsstufen der Knospe.

- „ 10. Eine in normaler Lage aufgegangene Blüthe, darin die obere ebenso oft aufrechte wie hängende Stellung des Fruchtknotens zugleich angedeutet.
 „ 11. Eine in umgekehrter Lage aufgegangene Blüthe.
 „ 12. Eine nach dem Blütenstiel zu abwärts gebogene Blüthe.
 „ 13. Eine Blüthe, welche vor dem Aufgehen an den Stiel der Traubenachse festgebunden.
 „ 14. Die Blumenkronblätter flach ausgebreitet.
 „ 15. Dieselben in ihrer Knospenlage.

Alle Blüthen in ihrer Grösse etwa um $\frac{1}{3}$ verkleinert.

40. Arthur Meyer: Ueber Stärkekörner, welche sich mit Jod roth färben.

(Mit Tafel XX.)

Eingegangen am 20. Oktober 1886.

Nach meiner Anschauung über die Entstehung der Struktur der Stärkekörner, welche ich in früheren Abhandlungen¹⁾ dargelegt habe, spielt die Diastase, das stärkelösende Ferment, eine bedeutende Rolle in der Entwicklungsgeschichte des Stärkekornes. Ich setze danach voraus, dass in der Regel während der Bildung des Stärkekornes Diastase in das wachsende Stärkekorn eindringt und die Substanz desselben mehr oder weniger löst und verändert.

Es ist zur Festigung meiner Theorie selbstverständlich sehr wichtig, Thatsachen zu finden, welche die letztere Voraussetzung stützen, und ich habe deshalb schon in der Arbeit „Ueber die Struktur der Stärkekörner“ auf Seite 860 einige Mittheilungen gemacht, welche diesem Zwecke dienen.

Eine weitere Stütze der in Rede stehenden Theorie schien mir eine Beobachtung liefern zu können, welche ich 1882 bei meinen Studien über die Chlorophyllkörner machte. Ich fand nämlich in den Blättern von *Iris germanica* hier und da Stärkekörner, welche sich mit

1) Arthur Meyer, Ueber die Structur der Stärkekörner. Bot Zeit. 1881, No. 51 und 52; Referat über Hansen's Abhandlung. Bot. Zeit. 1884, S. 327; Zu Dr. A. Hansen's Berichtigung. Bot. Zeit. 1884, S. 506.

Jod intensiv roth färbten (Arthur Meyer: Das Chlorophyllkorn, Leipzig 1883; Tafel 1, Fig. 17), neben solchen, welche mit Jod eine violette oder blaue Farbe annahmen.¹⁾ Es war nun bekannt, dass die Stärkesubstanz durch Fermente leicht in einen Körper übergeführt wird, dessen Lösung sich mit Jod intensiv roth färbt, das Amylodextrin, und da alle mikrochemischen Reaktionen, welche ich mit den rothen Stärkekörnern vornahm, die Annahme stützte, dass die letzteren Amylodextrin neben unveränderter Stärkesubstanz enthielten, so durfte ich diese Stärkekörner mit einigem Rechte als solche betrachten, deren Substanz während des Wachstums der Körner durch Fermente verändert sei und die Thatsache der Existenz der sich mit Jod roth färbenden Stärkekörner als Stütze meiner Theorie ansehen.

Die Unklarheit, welche auf dem Gebiete der Chemie der Stärkesubstanz herrschte, hielt mich damals und auch später, als ich bei *Gentiana* ganz ähnliche Stärkekörner auffand und genauer untersucht hatte, ab, meine Beobachtungen eingehender zu besprechen. Jetzt, nachdem ich mich über die Eigenschaften der Stärkesubstanz sorgfältig orientirt habe, hauptsächlich nachdem ich gezeigt habe, dass Stärkecellulose nicht existirt, und dass die Substanz der Stärkekörner in Amylodextrin übergehen kann, ohne dass die Form und die optischen Eigenschaften der Stärkekörner wesentlich geändert werden (Ueber die wahre Natur von Nägeli's Stärkecellulose, Botanische Zeitung 1886, No. 41 und 42), scheint mir die Veröffentlichung der Thatsachen, welche ich über diesen Gegenstand gesammelt habe, nützlich zu sein.

I. Vorkommen der rothen Stärkekörner.

Der erste Forscher, welcher sich mit Jod roth färbende Stärkekörner (ich werde mir fernerhin gestatten der Kürze halber „rothe

1) Meiner eben erwähnten Angabe über das Vorkommen sich mit Jod roth färbender Stärkekörner in den Laubblätter von *Iris germanica* ist von Schimper neuerdings widersprochen worden. Schimper behauptet (Untersuchungen über die Chlorophyllkörper und die ihnen homologen Gebilde, Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik. XVI. Bd., Heft 1 und 2, S. 184, 201 etc.), ich habe Oeinschlüsse der Chlorophyllkörner von *Iris* „trotz ihrer Löslichkeit in Alkohol für Stärke gehalten.“ Schimper ist hier im Unrecht. Wahrscheinlich hat er andere Einschlüsse beobachtet als ich oder er hat solche neben Stärkekörnern gesehen und beide Dinge mit einander verwechselt, weil er nicht alle zur Unterscheidung nöthigen Reaktionen angestellt hat. Stärke ist in den *Iris*blättern wie ich schon früher (Ueber die Assimilationsprodukte der Laubblätter angiospermer Pflanzen. Bot. Zeit. 1885, S. 453 etc.) angegeben habe, nur unter günstigen Umständen zu finden. Gewöhnlich sind dann die Stärkekörner klein und färben sich mit Jod violett; nicht selten aber findet man neben diesen Stärkekörnern auch solche, welche sich mit Jod roth färben und meist etwas grösser sind. Hie und da findet man auch nur Körner, welche sich durch Jod rein roth färben und alle Eigenschaften der später beschriebenen Stärkekörner besitzen.

Stärkekörner“ und „blaue Stärkekörner“ zu schreiben statt „sich mit Jod roth färbende Stärkekörner“ etc.) beschrieb, ist C. Nägeli. Die von Nägeli aufgefundenen rothen Stärkekörner sind keine besonders günstigen Objekte, und da wir sie deshalb später kaum weiter zu erwähnen brauchen, so wird es am besten sein die Angaben, welche Nägeli über dieselben macht (C. Nägeli, Die Stärkekörner, Zürich, 1858, S. 192 und 193) gleich hier wiederzugeben.

„Ein merkwürdiges Beispiel liefern die Stärkekörner im Samenmantel von *Chelidonium majus*. Sie haben eine Grösse von 7—9 μ und eine rundliche Form. Jodtinktur färbt sie braun, bald mit einem Stich ins Roth, bald ins Gelb. Wässrige Jodlösung bringt bei schwächerer Einwirkung eine blassbraune, bei stärkerer eine intensiv braune Färbung hervor, die ebenfalls bald mehr auf roth gehen, sehr selten aber schmutzig violettroth werden, bald auch wirklich braungelb sein kann. Sowohl die weingeistige als die wässrige Jodsolution bewirken übrigens verhältnissmässig keine intensiven Töne. Die Körner nehmen viel weniger Jod auf als bei der gewöhnlichen Stärke; sie werden nie dunkel oder gar schwarz, und bleiben immer etwas durchsichtig.

Die durch wässrige Jodlösung braun gefärbten Körner werden, wenn man sie mit Wasser stehen lässt, und das Jod allmählig verdunstet, violett, und ehe sie sich vollständig entfärben, hellblau. Wenn man die durch wässrige Jodlösung tingirten Körner eintrocknen lässt und dann mit Wasser befeuchtet, so werden sie schmutzig violett. Sie sind etwas aufgequollen; die Grösse, die im unveränderten Zustande bis 9 μ beträgt, ist nun auf 12 μ gestiegen. Körner, durch Jodtinktur gefärbt, eingetrocknet und mit Wasser befeuchtet, sind violett geworden. Sie zeigen sich etwas stärker aufgequollen als die vorigen; ihre Grösse beträgt bis 15 μ . Dabei sind sie etwas eingefallen und gefaltet. Wenn die Körner bloss mit Wasser oder mit Weingeist (ohne Jod) eintrocknen, so ist nach dem Wiederbefeuchten ihre Gestalt und Grösse, so wie ihr Verhalten zu Jod vollkommen unverändert.

Jodzinkjodlösung färbt diese Stärkekörner bei der ersten Einwirkung blass violett oder blass kupferroth, bei stärkerer Einlagerung schmutzig rothviolett oder braunroth, zuletzt braun. Wenn man die durch wässrige oder weingeistige Jodsolution tingirten Körner mit konzentrirter Schwefelsäure behandelt, so werden sie zuerst intensiver braunroth; dann quellen sie auf und zeigen eine blass-violette Färbung. —

Die Stärkekörner im Mark des Stengels von *Chelidonium* sind denen im Samenmantel ähnlich, von rundlicher Gestalt, bis 8 und 10 μ *mm* gross. Durch wässrige oder weingeistige Jodlösung werden sie meistens schmutzig violett; wenige färben sich braun oder blau.

Nach dem Eintrocknen mit Jod und Wiederbefeuchten mit Wasser werden sie schön blau und scheinen etwas aufgequollen.

Unter allen mir bekannten Stärkekörnern sind diejenigen im Samenschale von *Chelidonium* die einzigen, welche durch Jod und Wasser eine braunrothe Färbung zeigen; alle übrigen nehmen einen mehr oder weniger indigoblauen Ton an.“

Etwas später als Nägeli hat A. Gris (Note sur la fécule du riz. Bulletin de la société botanique de France 1860, T. 7, p. 876) eine eingehendere Mittheilung über rothe Stärkekörner einer Reisart gemacht. Er sagt unter anderem:

„Ainsi, chez celui du commerce, qui est débarrassé de ses enveloppes, les grains d'amidon bleussent d'une manière très sensible et uniforme, même sous l'action d'une très faible solution du réactif. — Il n'en fut pas de même d'une espèce de Riz cultivée dans les serres du Muséum, qui y a donné des fruits mûrs, et dont les graines ont germé. Une petite quantité de l'albumen de ces graines, agitée dans de l'eau sur une lame de verre et traitée par une dissolution convenable de chloro-iodure de zinc, donne une préparation qui, regardée à l'oeil nu par transparence, n'offre point une teinte noirâtre comme on aurait pu s'y attendre, et comme cela se passe dans les deux cas précédemment cités; cette teinte est au contraire d'un rouge brun. — Du Riz de chine, envoyé par M. de Montigny et que je dois à l'obligeance de M. Groenland, m'a présenté les mêmes phénomènes.“

Wie die Nägeli'sche Angabe scheint auch die Mittheilung Gris damals keine weitere Beachtung gefunden zu haben, was mir daraus hervorgeht, dass Sachs (Ergebnisse der Untersuchungen über das Chlorophyll, Flora 1862, S. 166) einige Jahre später Körner, welche sich im Chlorophyll der Spaltöffnungszellen in Cotyledonen von *Acer Pseudoplatanus* fanden und sich nach Anwendung der Böhm-Sachs'schen Stärkereaktion nicht blau sondern roth färbten, nicht als Stärkekörner anerkannte.

Erst in einer 7 Jahr später erschienenen Abhandlung von Treub (Notes sur l'embryogénie de quelques Orchidées, Amsterdam 1879, p. 22; publié par l'Académie Royale Néerlandaise des Sciences) finde ich wieder rothe Stärkekörner erwähnt, jedoch ohne dass der Autor auf die älteren Beobachtungen hinweist. Treub sagt: „Plusieurs fois déjà, j'ai fait allusion à une particularité que présente l'amidon, répandu dans l'ovaire et renfermé dans les embryons des *Goodyera*. Les grains de cet amidon se colorent en beau rouge par l'iode, soit qu'on se serve avec M. Brücke et d'autres, de jode dissout dans une solution de jodure de potassium, ou bien qu'on mette sous le couvre-objet, dans le voisinage de la préparation immergée dans de l'eau quelques petits cristaux de iode, comme le préfèrent entre autres M. M. Nägeli, père et fils. J'ai trouvé de même des grains d'amidon se colorant en

rouge dans les suspenseurs du *Serapias Lingua*, dans les ovaires et les embryons des *Phalaenopsis*, dans les embryons et les suspenseurs du *Stanhopea oculata*.“

Der Vollständigkeit halber mag nun ferner meine schon oben erwähnte Notiz über die rothe Stärke von *Gentiana* (Arthur Meyer, Beiträge zur Kenntniss pharmaceutisch wichtiger Gewächse, V. Archiv der Pharmacie Bd. 21, Heft 7—8) hier Platz finden, welche aus dem Jahre 1883 stammt. „In der Umgebung der Gefässbündel der Blattnerven findet man fast immer als Einschlüsse der hellgrünen Chlorophyllkörner der Parenchymzellen farblose, kugelige Massen, die sich mit Jodwasser roth und violett färben und schon durch dünne Jodjodkaliumlösung sofort unter Rothfärbung quellen. Es sind dieses durch die Fermente der Zellen stark veränderte Stärkekörner, die sich bei *Gentiana lutea* nur noch in der Gefässbündelscheide der Blattstiele ausbilden können, einer Gewebeschicht, welcher diese Eigenschaft (die Fähigkeit leicht Stärke zu bilden) auch bei stärkereichen Pflanzen besonders zukommt, was veranlasst hat, sie als hauptsächlichen Transportweg für die Stärke zu betrachten.“ Eine ganze Reihe von Pflanzen, welche rothe Stärkekörner enthalten, hat dann E. Russow (Ueber die Auskleidung der Intercellularen; Sitzungsbericht der Dorpater Naturforschergesellschaft vom 23. August 1884, VII. Jahrgang, I. Heft) angeführt. Er sagt: „Es nehmen nämlich bei *Malaxis monophyllos*, *Goodyera repens* und *Monotropa Hypopytis* (*glabra* sowohl als *hirsuta*) die Stärkekörner nach Einwirkung von Jodjodkalium nicht die bekannte blaue Färbung an, sondern sie werden hell gelbbraun bis röthlich braun und hell kupferbraun. Es verdient noch besonders hervorgehoben zu werden, dass bei *Malaxis* in sämtlichen Theilen der Pflanze, alten wie jungen, bis in die Sameknospen hinein sämtliche Stärkekörner die gleiche Färbung annehmen. Bei *Epipogium Gmelini* färbten sich nur in den ältesten Rhizomstücken die Stärkekörner durchgängig sehr hell röthlich braun oder auch gar nicht nach Jodzusatz, dagegen wurden in den jüngeren Rhizomtheilen die Körner in ihren äusseren Schichten hell kupferbraun bis roth, im Innern schön indigo-blau bis violett, in den jüngsten Theilen durchgängig blau bis violett.

Häufig finden sich bei *Epipogium* zusammengesetzte Körner, deren Theilkörner sich nur im Innern färben, wie gewöhnlich dunkelblau, während die äusseren Schichten farblos bleiben.“ Ferner fand Russow auch bei *Swertia perennis* rothe Stärkekörner.

Im vorigen Jahre hat schliesslich Dafert rothe Stärkekörner in einer aus China stammenden Varietät von *Panicum miliaceum* gefunden (Dafert, zur Kenntniss der Stärkearten, Landwirthschaftliche Jahrbücher 1885, S. 837) und ich habe gleiche Stärkekörner in einer Spielart von *Sorghum vulgare* beobachtet, welche weiter unten ein-

gehend besprochen werden sollen, ebenso wie die interessanten Stärkekörner von *Goodyera discolor*.

Nach den eben mitgetheilten Angaben sind rothe Stärkekörner bisher also bei folgenden Pflanzen aufgefunden worden:

Iridaceen. *Iris germanica*.

Gramineen. *Oryza sativa* var. *glutinosa*; *Panicum miliaceum* v. *candidum glutinosum*; *Sorghum vulgare glutinosum*.

Orchidaceen. *Goodyera repens, discolor*; *Malaxis monophyllos*; *Epipogium Gmelini*; *Serapias Lingua*; *Phalaenopsis grandiflora, Schilleriana*; *Stanhopea oculata*.

Papaveraceen. *Chelidonium majus*.

Aceraceen. *Acer Pseudoplatanus*.

Ericaceen. *Monotropa Hypopytis*.

Gentianaceen. *Gentiana lutea*; *Swertia perennis*.

II. Die rothen Stärkekörner von *Goodyera discolor*.

Eine eigenthümliche Form der rothen Stärkekörner, ist diejenige von *Goodyera discolor*, und diese Stärkekörner sollen deshalb hier besonders beschrieben werden, weil einige ihrer Eigenschaften interessant sind, für die ferneren Auseinandersetzungen aber keine Bedeutung haben. Alle Stärkekörner, welche in dieser kleinen, in Gewächshäusern häufig cultivirten Orchidee vorkommen, färben sich mit Jod rothbraun; nur die Stärkekörner der Spaltöffnungsschliesszellen färben sich mit Jod blau. Das kriechende Rhizom der Pflanze enthält da, wo es vom Lichte getroffen wird, Chlorophyll, in allen in dem Boden liegenden Theilen farblose Trophoplasten (Chromatophoren). Während die rothen Stärkekörner des Rhizomes von *Goodyera repens* zu wenigen, ja hie und da einzeln in den Chromatophoren wachsen, ähnlich wie diejenigen der Blattstiele von *Gentiana lutea*, und gar nichts auffallendes zeigen, enthält das Rhizom von *Goodyera discolor* zusammengesetzte Stärkekörner, welche dadurch entstehen, dass in dem Chromatophor viele sehr kleine Stärkekörner wachsen. Diese zusammengesetzten Stärkekörner gleichen, so lange sie farblos sind, mehr oder weniger den bekannten zusammengesetzten Stärkekörnern des Endosperms des Hafers, des Reises und vieler Caryophyllen. In dem farblosen Theile des Rhizomes sind sie meist kugelig und obgleich sie oft den Zellraum fast völlig ausfüllen, niemals gegeneinander abgeplattet wie z. B. beim Reise. Hie und da findet man jedoch zwei oder drei zusammengesetzte Stärkekörner, welche durch Berührung gleichsam miteinander verwachsen sind (Fig. 18). Die Oberfläche dieser zusammengesetzten Stärkekörner erscheint bei intactem Zustande der Körner völlig glatt und homogen; wirkt dagegen Wasser auf die Zellen des Schnittes ein, so wird die Oberfläche der Stärkekörner bald körnig (Fig. 16) und sie zerfallen dann nach und nach unter Verquellung des Trophoplasten in zahlreiche Theil-

körnchen. Die einzelnen Stärkekörnchen sind entweder polygonal oder kugelig. In Fig. 14 sind Körnchen verschiedener Grösse und Form abgebildet; a und a' sind durch Jod gefärbt und bei tiefer und hoher Einstellung gezeichnet.

Betrachtet man die zusammengesetzten farblosen Stärkekörner, so gelangt man leicht zu der Meinung, dass die Masse der farblosen Chromatophoren gleichmässig in den zusammengesetzten Stärkekorn vertheilt sei; die Betrachtung der Stärkekörner, welche im ergrüntem oder von vornherein grünen Theilen des Rhizomes wuchsen, lehrt aber, dass diese Anschauung sehr wahrscheinlich unrichtig ist. Man sieht nämlich in den grünen Körnern die Substanz des Chromatophoren sehr ungleich angeordnet. Das Chromatophor liegt häufig in der Mitte als unregelmässig gelappte Masse, während das übrige Korn von dünnen Platten oder Fäden der Chromatophorenschubstanz durchsetzt erscheint. In Fig. 16 und 17 sind einige dieser Stärkekörner abgebildet.

Es hat die eben geschilderte Erscheinung deshalb ein gewisses Interesse, weil es danach nicht unmöglich erscheint, dass auch in den zusammengesetzten Stärkekörnern der Caryophyllaceen etc. die Substanz der Chromatophoren unregelmässig vertheilt ist.

III. Mikroskopische und mikrochemische Untersuchung der rothen Stärkekörner.

Von allen den aufgezählten rothen Stärkekörnern besitzen diejenigen von *Sorghum* die bedeutendste Grösse (0,015—0,02 mm) und eignen sich aus diesem Grunde am besten zur mikroskopischen Untersuchung. Wir werden deshalb die wichtigsten Eigenschaften, welche diese Stärkekörner bei mikroskopischer und mikrochemischer Beobachtung zeigen, zuerst schildern und können uns dann über die anderen Species der rothen Stärkekörner sehr kurz fassen, weil sich die letzteren wesentlich wie die *Sorghum*stärke verhalten.

Die Früchte von *Sorghum vulgare*. Die *Sorghum*-Früchte, welche ich zu den vorliegenden Untersuchungen benutzte, stammen theils aus Japan anderntheils aus China. Die japanischen Früchte, welche mir unter der Bezeichnung *Sorghum saccharatum* gesandt wurden, sind von glänzenden, braunen, an der Basis etwas dunkler gefärbten, dort und an der Spitze behaarten Klappen nicht völlig eingeschlossen; sie selbst sind rundlich eiförmig und gleichmässig braun gefärbt. Die aus diesen Früchten gezogene Pflanze musste nach Kunth's Beschreibung (Kunth, *Enumeratio plantarum* etc., T. I, p. 501) zu *Sorghum vulgare* und nicht zu *saccharatum* gerechnet werden, und ich will die Pflanze deshalb einstweilen mit *Sorghum vulgare fuscum glutinosum* bezeichnen. In Japan nennt

1) Früchte dieser *Sorghum*art kann ich und auch die botanischen Gärten in Strass-

man die Pflanze Taka kibi (hohe Hirse) oder Morakosi (China); der letztere Name deutete darauf hin, dass das *Sorghum* Japans ursprünglich aus China stammt¹). Die chinesischen Früchte gleichen den japanischen völlig, nur sind ihre Klappen schwarz. Im Herbarium des Strassburger Botan. Institutes fand ich ein unbestimmtes Exemplar einer *Sorghum*-Species, deren Früchte den aus China stammenden glichen, und ich will diese Species einstweilen als *Sorghum vulgare nigrum glutinosum* bezeichnen. Dass man diese Kulturrassen gezüchtet hat, findet seine Erklärung in gewissen Eigenschaften der rothen Stärke, welche die letztere oder besser das Mehl der Früchte für mancherlei Küchenzwecke und technische Zwecke besonders geeignet machen und dieselbe von dem Mehle der Früchte mit blauer Stärke sehr wesentlich unterscheiden. Ueber die besondere Verwendung des Klebsorghum kann ich allerdings keine Angaben machen, dagegen ist über die besondere Anwendung und Eigenschaft der Klebreisarten, also der analogen Kulturrassen des Reises, welche rothe Stärke in ihren Früchten enthalten, mancherlei bekannt. Es giebt eine grosse Anzahl von Reisvarietäten, welche sich morphologisch unterscheiden, aber darin übereinstimmen, dass in ihrem Endosperm rothe Stärke auftritt und alle diese Varietäten werden nach den Eigenschaften ihrer Früchte, die ja für die Praxis von der grössten Bedeutung ist, von den Reissorten mit blauer Stärke streng unterschieden und in den verschiedenen Ländern, in welchen sie cultivirt werden, unter einem besonderen Namen zusammengefasst. In China z. B. nennt man diese Varietäten; welche wir also ebenfalls durch den gemeinsamen Namen Klebreis zusammenfassen, *Kiang-Mi*, auf Japan *Mochigome*, auf Java *Kataa*. Ich kann auf die für die Technik und Küche wichtigen Eigenschaften dieser Klebreisarten und der Klebsorghumsorten hier selbstverständlich nicht eingehen; einigen Aufschluss darüber findet man bei Rein, Jahresb. d. Ver. f. Geogr. und Stat. in Frankf. a. M. 1875—1878, S. 81, K. Nagai, A. descrip-

atalogue of the exhibits sent by the sanitary bureau of the Japanese home department 1884. London William Clowes and Sons, p. 24 und bei Körnicke und Werner, Handbuch des Getreidebaues Bd. I, S. 224; über die Verwendung der Klebhirse in China giebt Dafert eine Notiz von Bretschneider, Landwirthschaftl. Jahrbücher 1885, S. 838.

Die Früchte des Klebsorghum führen im ganzen Endosperm Stärkekörner, welche mit Jod eine rothe Farbe annehmen, dagegen enthält der Embryo keine rothe Stärke, sondern ist mit blauer Stärke und Oel gefüllt, ebenso enthält das Parenchym der Fruchtschale nur blaue Stärke. Die Fig. 1 stellt einen mit Chloraljod behandelten

burg und Göttingen abgeben. Wenn man die Pflanzen in Töpfen anzieht und dann an sonnige Mauern setzt, so reifen die Früchte theilweise unter günstigen Verhältnissen.

1) Nach mündlicher Mittheilung des Herrn Shimoyama aus Japan.

Längsschnitt der Frucht dar, an welchem man die Vertheilung der beiden Stärkesorten leicht übersieht. Im übrigen gleichen die Früchte des Klebsorghum denen des gewöhnlichen *Sorghum vulgare* völlig.

Die Stärkekörner des Klebsorghum. Die rothen Stärkekörner unterscheiden sich von den blauen Stärkekörnern anderer Sorghumarten äusserlich nicht. Wo die Stärkekörner im Endosperm nicht dicht liegen, sind sie kugelig — Fig. 2b —, da wo sie dicht liegen, sind sie durch gegenseitige Hemmung ihres Wachsthums polyedrisch geworden — Fig. 2a —. Nicht selten findet man ihre Oberfläche mit feinen Gruben versehen, welche Abdrücke der Proteinkörnchen sind, die neben den Stärkekörnern im Plasma der Endospermzellen liegen. Hie und da, vorzüglich an den in der Nähe des Schildchens liegenden Körnern, sieht man auch äusserst fein strahlig poröse Körner — Fig. 2b und c. Fig. b. giebt das Bild des optischen Querschnittes, Fig. c die Abbildung der Kornoberfläche mit den feinen Oeffnungen der radialen Kanäle. Diese Körner sind augenscheinlich durch Diastase relativ stark angegriffen, welche in dem fast reifen Korn vom Schildchen ausgeschieden wurde. Es ist das Auftreten solcher angegriffener Körner in den Früchten übrigens keine besondere Eigenschaft des Klebsorghums; denn auch die gewöhnlichen Sorghumfrüchte enthalten nicht selten solche veränderte Körner. In Fig. 3 ist z. B. ein derartiges blaues Stärkekorn abgebildet, welches fein geschichtet erscheint und von radialen Kanälen durchzogen ist, welche theilweise noch von den Resten der dichtesten Schichten erfüllt sind. Intacte rothe Körner sind fast niemals deutlich geschichtet; wo man überhaupt Schichten erkennen kann, sind dieselben äusserst zart. In der Regel sind die Stärkekörner der trocknen Sorghumfrüchte völlig unverletzt, doch findet man hie und da Körner, welche von radialen Rissen durchsetzt werden.

Bruch der rothen Stärkekörner. In Vergleich mit den blauen Körnern besitzen die rothen eine auffallend grosse Brüchigkeit. Bringt man ein Korn, welches keine Risse besitzt, mit etwas Wasser unter ein Deckglas und drückt sanft auf das letztere, so zerbricht das Stärkekorn sofort in mehrere scharfkantige Stücke. Häufig zerfällt das Korn durch ausschliessliche Entstehung radialer Risse in Pyramiden; bei stärkerem Drucke zerbrechen aber auch diese Pyramiden durch Risse, welche parallel zur Grundfläche der letzteren verlaufen. Fig. 5r stellt ein zerbrochenes Korn dar, Fig. 5r' ein einzelnes Bruchstück. Man erkennt an letzterer Figur die gleichmässige radiale Streifung, welche jede Bruchfläche als einen Ausdruck der regelmässigen radialen Struktur des Kornes zeigt. Im Gegensatz hierzu ist in Fig. 5b ein intactes blaues Korn und im Fig. 5b' dasselbe Korn, unter dem Deckglase zerdrückt, abgebildet. Man ersieht aus der Figur, dass das Korn zu einer rissigen Hohlkugel geworden ist, ohne dass Zerfall desselben in Stücke eintrat. Es rührt dies daher, dass die ebenfalls spröde Sub-

stanz der blauen Körner in Wasser relativ stark quillt, sobald sie durch den Druck erwärmt wird.

Quellung der rothen Stärkekörner. Bringt man blaue Stärkekörner des gewöhnlichen Sorghum mit etwas Wasser in das Schälchen eines hohlgeschliffenen Objectträgers, deckt dieses Schälchen mit einem Deckelglase zu, dessen Ränder man mit Wachs verschliesst und bringt das Ganze unter das Mikroskop, so kann man die Quellung eines bestimmten Kornes beobachten, wenn man den ganzen Apparat in den Wärmekasten bringt und diesen langsam anheizt. Man sieht dann, dass unter diesen Umständen ungefähr bei 68° die ersten Risse, als Zeichen der beginnenden Quellung in dem Korne auftreten und dass bei 70° deutliche Quellung des Kornes erfolgt. Es entstehen dabei zahlreiche radiale Risse, welche vom Centrum ausgehend, das quellende Korn in ein Gebilde verwandelt wie solches in Fig. 6 dargestellt ist.

Die rothen Stärkekörner verhalten sich unter gleichen Umständen etwas anders. Sie quellen erst bei etwas höherer Temperatur, bei 70° , und werden durch die langsame Quellung in einer geringen Wassermenge ohne bedeutende Rissebildung in radial gestrichelte Hohlkugeln verwandelt. Treten Risse auf, so bricht die Substanz gewöhnlich auch in tangentialer Richtung durch. Fig. 7 stellt ein Korn dar, welches bis auf 750 erhitzt worden war. Die Bilder Fig. 6 und 7 sind nach ursprünglich gleich grossen Körnern gezeichnet, und ich mache schon hier auf die verschiedene Dichtigkeit der Substanz der gequollenen Körner aufmerksam, welche bei der Vergleichung der beiden Bilder sofort ins Auge fällt.

Die angegebenen Unterschiede zwischen der rothen und blauen Stärke gelten jedoch nur bei langsamer Quellung in wenig Wasser. Bei schneller Einwirkung eines energischen Quellungsmittels der Stärkesubstanz verhalten sich die blauen Stärkekörner bezüglich des Aufquellens ähnlich wie die rothen in dem eben beschriebenen Falle, beim Quellen in heissem Wasser. Bringt man die mit Wasser angefeuchteten blauen Körner z. B. sofort in eine concentrirte Lösung von Calciumnitrat, so quellen die Körner relativ schnell und gleichmässig auf. In Fig. 8 b, c, d sind drei successive Quellungsstadien des Kornes Fig. 8 a genau nach der Natur abgebildet. Hier tritt also keine gröbere Rissebildung ein. Selbst wenn Risse da sind, kommen sie kaum zur Geltung. Das ganze Korn beginnt zuerst eine gleichmässige Strichelung zu zeigen; man erkennt, dass die Masse des Kornes in lauter kurze, radial gestellte Stäbchen zerfällt, weshalb auch die Oberfläche des quellenden Kornes gleichförmig fein punktirt erscheint. Bei weiter gehender Quellung wird diese Structur zuerst deutlicher, dann wieder undeutlicher, um bei einer für die betreffende Salzlösung vollendeten Quellung zu verschwinden.

Fast genau so verquellen die rothen Körner in der Calciumnitrat-

Lösung, doch treten folgende Unterschiede dabei deutlich hervor. Die Stäbchen erscheinen beim geringsten Aufquellen der Körner sofort und deutlicher als bei den blauen Körnern, zeigen sich aber bei weiterem Aufquellen, in geringer Anzahl, lockerer angeordnet. Während die blauen Körner anfangs turgescente Blasen bilden, fallen die Wände der aus den stark aufquellenden rothen Körner entstandenen Blasen sofort zusammen, so dass gekröseartige Gebilde daraus entstehen. Dabei ist die Wand der aus den rothen Körnern entstehenden Blasen äusserst schwach lichtbrechend, so dass sie in der Calciumlösung kaum zu erkennen ist, während in gleichem Maasse aufgequollene blaue Körner noch als stark lichtbrechende Gebilde hervortreten. In Fig. 9 habe ich den optischen Querschnitt eines schwach gequollenen rothen Kornes, stark vergrössert dargestellt. Man erkennt die aus kleinen Stäbchen zusammengesetzten verschieden dichten Schichten hier sehr gut.

Verhalten der rothen Stärke im Polarisationsmikroskope. Blaue und rothe Stärkekörner zeigen zwischen den Nikols des Polarisationsmikroskopes das bekannte orthogonale schwarze Kreuz, jedoch tritt das Kreuz bei den rothen Körnern viel schärfer hervor als bei den blauen. Bemerkenswerth ist es, dass die Substanz der durch Calciumnitrat quellenden Körner in gleichem Sinne optisch wirksam bleibt, so lange noch die Stäbchenstruktur der Körner deutlich zu erkennen ist, bei etwas stärkerem Quellen aber diese Eigenschaft verliert. Sehr schön zeigen ferner das Kreuz die von Fermenten gleichmässig angegriffenen Körner selbst bei dem weitgehendsten Substanzverluste.

Verhalten der rothen Stärkekörner gegen verdünnte Säuren. Blaue und rothe Stärkekörner, welche gleich lange Zeit (60 Tage) bei 15—20° C. in einem Gemische von 1 Vol. conc. Salzsäure und 5 Vol. Wasser gelegen hatten, zeigten sehr deutliche Schichtung in allen Körnern, doch war unzweifelhaft die Schichtung der rothen Körner deutlicher als die der blauen Körner.

Die mit Säure behandelten rothen Körner färben sich durch Jod äusserst schwach röthlich, nur die „blauen Kerne und Schichten“ (siehe „Verhalt. der roth. St. zu Jod“), wenn sie vorhanden waren, färben sich auch jetzt noch intensiv violett und treten schärfer hervor als bei den intacten Körnern. Die blauen Körner färben sich mit metallischem Jod noch durchgehend violett. In Jodjodkalium (3 Jod, 8 Jodkalium 1000 Wasser) lösen sich die durch Säure veränderten Körner sofort bis auf die violetten Schichten und Einschlüsse, welche eben so wenig von dem Jodjodkalium angegriffen werden wie die veränderten blauen Körner. Chloralhydratlösung (5 Chloralhydrat, 2 Wasser) löst die blauen Körner langsam, die rothen schneller, ohne dass Quellung zu bemerken ist. Die rothen und blauen Körner zeigen im Polarisationsmikroskope das Kreuz deutlich. Die rothen Körner färben

sich violett, wenn man sie neben Jod in Wasser bringt und das Wasser langsam verdampfen lässt.

Verhalten der rothen Stärke gegen Fermente. Werden rothe Körner bei einer Temperatur von 15—20° mit einem möglichst kräftig wirkenden wässrigen Auszuge trocknen Malzes behandelt, dem ein Stückchen Tymol zugesetzt ist, so zeigen sie schon nach 10 Stunden die ersten Spuren der Fermentwirkung. Lässt man den Malzauszug bei 30° auf die rothen Stärkekörner einwirken, so findet man sie nach 24 Stunden zur Hälfte aufgelöst. (Die blauen Körner werden in der gleichen Zeit kaum halb so sehr angegriffen). Ganz in derselben Weise wie von der Diastase die Körner angegriffen werden, werden dieselben auch beim Keimen des Samens verändert. Zuerst werden dabei die rothen Körner fein strahlig porös, wie es in Fig. 2 *b* und *c* dargestellt ist; dann werden die Kanälchen zahlreicher und weiter und es tritt zugleich die Schichtung des Kornes mehr und mehr hervor. Die Körner besitzen meist eine am wenigsten dichte äussere Schicht, und diese zerfällt dann zuerst in Stäbchen, wie sie das in Fig. 10 abgebildete, durch Diastase veränderte, Korn zeigt. Durch völlige Auflösung äusserer Schichten nimmt die Grösse der Körner ferner häufig successive ab, theilweise zerfallen die Körner auch durch gleich starke Lösung von Rissen aus in Stücke.

Lässt man Speichel bei 40° auf die rothen Körner einwirken, so kann man deren Auflösung unter dem Mikroskope Schritt vor Schritt leicht beobachten; denn die völlige Auflösung eines Kornes tritt schon nach 80 Minuten ein. Die energische Wirkung des Speichelfermentes bringt es mit sich, dass die rothen Körner bald in eine geringere Anzahl relativ dicker Stäbe verwandelt werden und dadurch nach 30 Minuten langer Einwirkung des Speichels etwa der Fig. 11 gleichen. Nach 45 Minuten findet Zerfall dieser Gebilde statt. Blaue Körner erhalten unter gleichen Umständen bald einzelne Kanäle, welche die Körner in ungleiche Stücke zerlegen; so z. B. zeigt Fig. 12 ein Korn auf welches Speichel 30 Minuten bei 40° eingewirkt hat. Bei 15° wirkt Speichel auf rothe und blaue Körner mehr der Diastase (bei 30°) ähnlich, immerhin aber noch energischer als diese.

Verhalten der rothen Stärke zu Jod. Bringt man zu der in Wasser liegenden rothen Stärke einige Jodkryställchen, so färben sich die Körner anfangs ganz schwach violett, dann stärker rothviolett (wie Fig. 4) und schliesslich intensiv rothbraun (wie Fig. 13). Entfernt man nach Eintritt der rothbraunen Färbung das Jod und fügt noch etwas Wasser oder noch besser Glycerin zu, so entfärben sich die Körner, indem sie erst wieder roth, dann sehr schwach blauviolett, schliesslich farblos werden. Einige Körner der japanischen Sorte und fast alle Körner der aus China stammenden Klebsorghum werden jedoch nicht durchgehend roth, sondern zeigen ein kleines oder grösseres, sich

violett bis blau färbendes Centrum, nicht selten auch noch einige blaue Schichten in der Nähe des letzteren. In Fig. 4 ist ein durch Jod schwach gefärbtes Korn mit grossem blauen Einschlusse und einer Schicht abgebildet.

Lässt man die durch Jod rothbraun gefärbten Körner mit Wasser und Jod eintrocknen, so färben sie sich nach dem Wiederbefeuchten etwas mehr roth; wiederholt man das Eintrocknen und Wiederbefeuchten öfter, so quellen die Körner schliesslich durch die entstehende Jodwasserstoffsäure etwas auf und färben sich dann blauviolett.

Durch heisses Wasser oder Calciumnitratlösung stark aufgequollene Körner färben sich durch Jod zuerst äusserst schwach blau, dann etwas stärker blauviolett, schliesslich schmutzig röthlich-violett. Die geringe Intensität der Färbung entspricht der Substanzarmuth des gequollenen Kornes.

Färbt man die Körner durch Jod intensiv braun, fügt dann zu den Körnern und den Jodkrystallen Calciumnitratlösung, so verquellen die Körner sehr langsam und nehmen dabei eine intensiv dunkelviolette bis blaue Färbung an.

Schlüsse, welche sich aus dem mikrochemischen Verhalten der rothen Stärkekörner ziehen lassen. Die Resultate der eben mitgetheilten Untersuchung lassen eine Reihe von Schlüssen zu, welche für die Untersuchung der Frage nach der Natur der rothen Stärkesorten als Richtschnur dienen können.

1. Die rothe Stärke muss weniger Stärkesubstanz enthalten als die blauen Stärkekörner; denn beim Quellen verwandeln sich die rothen Körner in eine äusserst substanzarme Blase, während gleich grosse blaue Körner dabei eine nach Schätzung mindestens viermal substanzreichere Blase hinterlassen.

2. Da die rothen Stärkekörner im intakten Zustande das Licht gleich stark brechen wie die blauen, so sind wahrscheinlich ausser der Substanz, welche nach dem Quellen als Blase zurückbleibt, noch andere Substanzen in den Stärkekörnern enthalten, welche sich bei der Quellung lösen.

3. Dass Amylodextrin neben Stärkesubstanz in der Substanz enthalten ist, welche beim Verquellen der Stärkekörner als Blase zurückbleibt, geht daraus hervor, dass sich die letztern nur durch wenig Jod blau, durch mehr Jod dagegen violettroth färbt und ist auch daraus fast mit Sicherheit zu schliessen, dass sich die quellende Substanz anfangs fast rein und intensiv blau färbt, wenn man die rothen Stärkekörner, vor der Quellung durch Calciumnitrat, durch Jod färbt und neben Jod langsam quellen lässt. Es rührt die letztere Erscheinung nämlich daher, das Amylodextrin in concentrirter Lösung durch Jod blau gefärbt wird.

4. Da durch heisses Wasser nur sehr wenig der sich mit Jod färbenden Substanz in Lösung geht, so kann das rothe Stärkekorn nicht nur aus Stärkesubstanz und Amylodextrin bestehen, es muss vielmehr ein dritter Körper vorhanden sein, welcher sich mit Jod nicht färbt.

5. Für die so gewonnene Anschauung, dass die rothen Stärkekörner aus Stärkesubstanz, Amylodextrin und einer dritten Substanz bestehen, welche sich mit Jod nicht färbt, spricht ferner:

- a) Das Verhalten der intakten Körner gegen reines Jod;
- b) Die Sprödigkeit der Körner und die geringe Quellung der Körner beim Zerdrücken derselben unter Wasser; denn durch verdünnte Säuren theilweise in Amylodextrin verwandelte blaue Stärkekörner sind ebenfalls spröder als intakte blaue Stärkekörner.
- c) Das schärfere Hervortreten des Kreuzes zwischen den Nikols; denn auch die durch Säure theilweise in Amylodextrin verwandelten blauen Körner verhalten sich gegenüber den intakten blauen Stärkekörnern ähnlich.
- d) Die leichte Löslichkeit der rothen Stärke durch Fermente.

Die letztere Thatsache deutet ferner darauf hin, dass der ausser Stärkesubstanz und Amylodextrin in den rothen Körnern vorkommende Körper ein solcher ist, welcher sich in Diastaselösung resp. Wasser leicht löst.

Welcher Natur diese dritte Substanz ist, wird uns das Resultat der makrochemischen Untersuchung zeigen.

IV. Makrochemische Untersuchung der rothen Reisstärke.

Wir wollen nun die Resultate einiger leider höchst unvollständiger makrochemischer Versuche, die mit einer rothen Stärke angestellt wurden, mittheilen und in Beziehung zu den bisher gemachten Schlüssen setzen. Die zu beschreibende Untersuchung ist vor länger als einem Jahre nach meinen Angaben von Herrn Shimoyama aus Japan in Strassburg ausgeführt worden an Klebreis, welchen sich Herr Shimoyama auf meine Veranlassung aus seiner Heimath hatte senden lassen. Ich werde die Arbeit noch einmal gründlich in die Hand nehmen lassen sobald mir neues Material zu Gebote steht, welches ich in einigen Monaten durch die Güte des Herrn de Sturler auf Java zu erhalten hoffe. Der Klebreis eignet sich sehr gut zu makrochemischen Untersuchungen, weil sich die Körner des Klebreises durch ihr mattweisses Aussehen auszeichnen und so von den glasigen Körnern des gewöhnlichen Reises leicht trennen lassen, welche dem Klebreis oft beigemischt sind. Die *Sorghum*früchte sind wegen des grossen Gehaltes ihrer Keimlinge an blauer Stärke und wegen der blauen Einschlüsse mancher rother Stärkekörner nicht so gut zu gebrauchen.

Es mag vorerst noch besonders hervorgehoben werden, dass sich die Klebreisstärke bei mikrochemischer Untersuchung wesentlich so verhält wie die Klebsorghumstärke, nur färben sich die Körner durch Jod durch und durch rothbraun, wenn auch, entsprechend ihrer Kleinheit, weniger intensiv. Die rothe Reisstärke gleicht auch im Aussehen vollkommen der blauen; vielleicht könnte als Unterschied gelten, dass die rothen Reisstärkekörner im trockenen Zustande meist eine runde Kernhöhle erkennen lassen, welche den blauen Körnern meist fehlt. Fig. 20 stellt je ein mit Jod gefärbtes Theilkorn der rothen und blauen Reisstärke dar.

Nachweis von Dextrin in der rothen Stärke des Reises. Ehe der Reis auf Stärke verarbeitet wurde, wurde er im gepulverten Zustande einige Zeit mit Weingeist gekocht, um die Diastase zu tödten, welche in dem Reise enthalten ist. Aus dem Reispulver wurde dann durch Auskneten in viel Wasser und Durchgiessen durch Leinwand eine möglichst reine Stärke hergestellt. Das Wasser, in welchem der Reis zuerst ausgeknetet war enthielt kaum 0,1 pCt. fester Substanz, so dass die Stärke unmöglich die grosse Menge Dextrin mit dem Wasser aufgenommen haben konnte, welche später gefunden wurde. Die Stärke wurde schliesslich nochmals mit 80 procentigem Weingeist ausgekocht, abfiltrirt und über Kalk, dann über Schwefelsäure getrocknet.

Es wurde nun versucht, ob sich aus der so gewonnenen Stärke schon vor der Quellung derselben Stoffe durch Wasser ausziehen liessen.

Etwa 30 g der Stärke wurden zuerst 4 Stunden lang bei 30 Grad mit der fünffachen Menge Wasser digerirt, dann wurde filtrirt und das Filtrat verdampft. Es hatten sich bei dieser Behandlung 2,5 pCt. der Substanz gelöst. Die Stärke wurde dann noch zweimal in gleicher Weise behandelt, wobei sich 2,3 und 0,2 pCt. lösten. Die Stärke hatte also bei 30 Grad 5,0 pCt. Substanz abgegeben. Die Flüssigkeit, welche die 5 pCt. Substanz enthielt, wurde eingedampft und mit Alkohol versetzt, bis Trübung eintrat. Von dem geringen ersten Niederschlag wurde abfiltrirt, und das Filtrat dann mit Alkohol möglichst vollständig ausgefällt. Der Niederschlag reduzirte Fehlings Lösung schwach; seine Lösung färbte sich mit Jodjodkaliumlösung nur braun, und die spez. Drehung der Substanz war $(\alpha) D = 171,9$ ($t = 17^\circ$, $c = 0,75$). Bei zweistündigem Kochen der Substanz mit zweiprozentiger Schwefelsäure ging die erstere quantitativ in Traubenzucker über, was aus dem Drehungs- und Reduktionsvermögen des Inversionsproduktes sicher nachgewiesen wurde.

Durch diesen Versuch ist also mit Sicherheit festgestellt, dass die Reisstärke ein Dextrin enthält, welches sich mit Jod nicht mehr färbt.

Die bei 30° ausgezogene Stärke wurde nun weiter dreimal nach

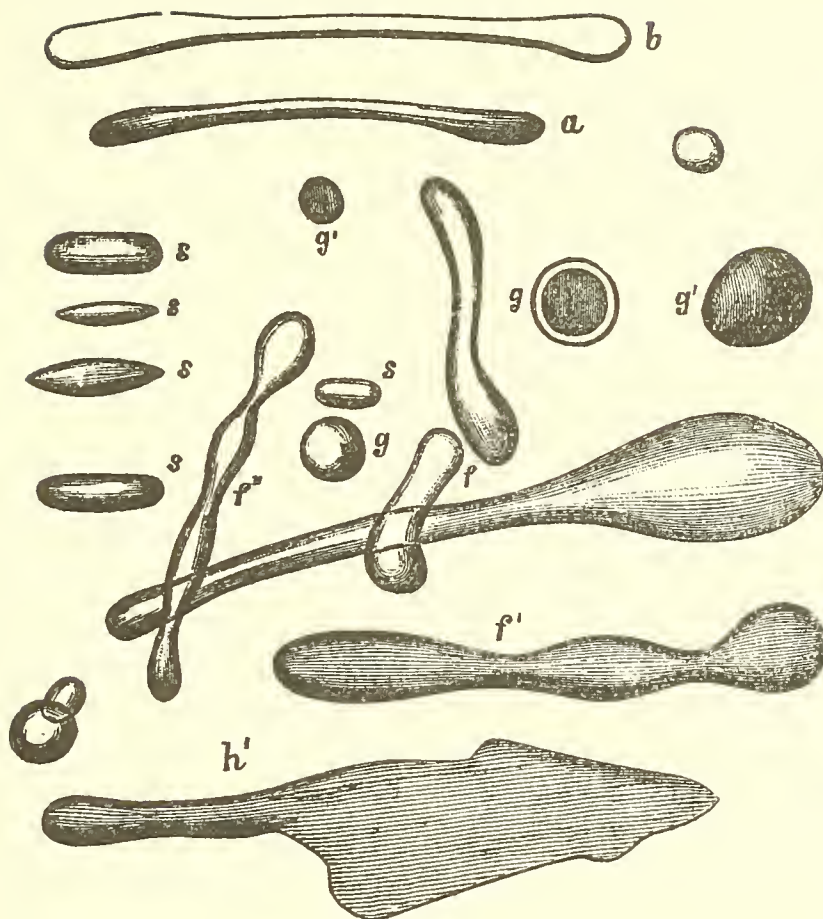
einander in gleicher Weise wie früher je 4 Stunden bei 50° extrahirt. Es gingen jetzt noch 6,5; 2,0; .0,9 pCt. der Stärke in Lösung, also zusammen 9,4 pCt. Die in Lösung gegangene Substanz verhielt sich gegen Jod etwa wie Amylodextrin, zeigte eine spezifische Drehung $(\alpha)D = 200$ ($t = 17^{\circ}$, $c = 1$) und ging beim Kochen mit zweiprocentiger Schwefelsäure völlig in Dextrose über. Es ist also diese Substanz wohl ebenfalls als ein Dextrin aufzufassen, welches mit etwas Stärkesubstanz und Amylodextrin vermenget ist; denn das höchste farblose Dextrin, welches aus Stärke dargestellt wurde, zeigte eine spezifische Drehung von 192° , und die etwas höhere Drehung der Substanz erklärt sich leicht durch die höhere Drehung der beigemengten Körper.

Die Stärke, welche nach dieser Behandlung 14 pCt. Dextrin abgegeben hatte, färbte sich trotzdem mit Jod noch intensiv roth und erschien noch nicht in ihrer Form und Dichtigkeit verändert. Dass noch Dextrin darin enthalten war, geht daraus hervor, dass Herr Shimoyama beim Erhitzen der Stärke mit Wasser auf 75° und Filtriren der Lösung, aus letzterer nochmals einen Körper erhielt, der sich wesentlich wie das zuletzt beschriebene unreine Dextrin verhielt. Die mit heissem Wasser extrahirte Stärke gab beim Kochen mit Wasser einen Kleister, welcher sich mit wenig Jod blau, mit mehr Jod roth färbte.

Soweit die Versuche des Herrn Shimoyama.

Die zuletzt erwähnte Thatsache deutet wie die mikrochemische Untersuchung darauf hin, dass die Klebreisstärke neben dem Dextrin auch Stärkesubstanz und Amylodextrin enthält. Es ist mir jedoch nicht gelungen aus 15 g Stärke Amylodextrin zu erhalten. Sicher lässt sich das Amylodextrin daraus darstellen, wenn man mehr der Substanz in Arbeit nimmt.

Auch ganz reine Stärke habe ich nicht aus der geringen Menge der rothen Stärke (15 g) darstellen können, welche mir zur Verfügung stand, wohl aber fast reine, soweit rein, dass sie sich mit Jod blauviolett färbte. Ich habe zu dem Zwecke die Stärke mit viel Wasser zu Kleister gekocht, dann den Kleister gefrieren gelassen und nach dem Aufthauen die ausgeschiedene Substanz abfiltrirt. Das Ausgeschiedene zeigte unter dem Mikroskope die Gestalt flacher Scheiben, Fäden oder breiter Lamellen, wie sie in dem beistehenden Holzschnitte dargestellt sind. Es sind das dieselben Formen, welche man erhält, wenn man einen filtrirten dünnen Kleister der blauen Stärkekörner gefrieren lässt. Diese nach dem Gefrieren ausgeschiedene Substanz wurde dann mit Wasser von 50° ausgezogen, schliesslich wieder in kochendem Wasser gelöst und die Lösung filtrirt. Das Filtrat wurde dann wieder gefrieren gelassen. Das sich jetzt Ausscheidende nahm dieselben Formen an wie die erste Portion, färbte sich aber nicht mehr rothviolett, sondern violett durch Jod, und als ich dieselbe Manipulation zum dritten Male



wiederholte, erhielt ich eine sich mit Jod blauviolett färbende Substanz. Es geht daraus hervor, dass sich die Stärkesubstanz in dieser Weise nach und nach von dem Amylodextrin befreien lässt, welches sie eingeschlossen enthält.

Wenn auch die hier beschriebenen Versuche unvollkommen sind, so stützen sie doch die Schlüsse, welche wir aus dem mikrochemischen Verhalten ziehen konnten, und es ist mir höchst wahrscheinlich, dass eine mit grösseren Mengen von Material durchgeführte Untersuchung meine Anschauung völlig sicher stellen wird.

Während die hier mitgetheilten Resultate in der Schublade des Schreibtisches ruhten, ist auch von Seite des Herrn Dr. Dafert (Beiträge zur Kenntniss der Stärkegruppe, Landwirthsch. Jahrbücher 1886, pag. 259) die chemische Untersuchung der rothen Reisstärke, leider mit noch geringeren, ja zu geringen Mengen, unternommen worden. Die theoretischen Schlüsse, welche Dafert aus seiner Untersuchung ableitet, sind in Folge der Confusion, welche die Stärkefrage theilweise noch beherrscht, nicht klar. Ich will deshalb auf Dafert's Erörterungen nicht weiter eingehen; sie sind theilweise durch meine Abhandlung über die Nichtexistenz der Stärkcellulose schon hinfällig geworden. Die Thatsachen und die nächsten und wichtigsten Schlüsse, welche Dafert aus den Thatsachen zieht, stimmen jedoch vollkommen mit der von mir bisher vorgetragenen Ansicht sehr gut.

Dafert bestimmt zuerst das specifische Gewicht der rothen Stärke und findet 1,629, eine Zahl, die mit der mittleren Zahl für das specifische Gewicht trockner blauer Stärke harmonirt und noch mehr Interesse hätte, wenn ihr eine an gleich behandelte gewöhnliche Reisstärke,

an Amylodextrin und Dextrin gewonnene gegenübergestellt werden könnte. Es ist vorauszusehen, dass das specifische Gewicht des trocknen Amylodextrins und Dextrins wenig von dem der Stärkesubstanz abweicht und dass deshalb auch das specifische Gewicht der rothen und blauen Stärke nicht wesentlich differirt.

Die Elementaranalyse der bei 100° getrockneten rothen Stärke lieferte für

$$C = 45,08$$

$$H = 6,17$$

$$O = 48,75 \text{ Procent};$$

dieses Resultat ist sehr wenig vertrauenerweckend, da der Kohlenstoffgehalt gegenüber dem Gehalte der gewöhnlichen Stärke an Kohlenstoff um 0,6 pCt. zu hoch gefunden worden ist. Dass hier eine mangelhaft ausgeführte Analyse vorliegt, ist kaum zweifelhaft, und auch Dafert scheint das anzunehmen, da er aus dieser und einer mit bei gewöhnlicher Temperatur im Vacuum getrockneten rothen Stärke erhaltenen Analyse (C = 43,88, H = 6,87, O = 49,25) das Mittel nimmt und die so erhaltene Zahl als ungefähre mittlere Zusammensetzung der rothen Stärke ansieht. Es ist das ein allerdings sehr anfechtbares Verfahren.

Es geht aus Dafert's Analyse jedoch immerhin hervor, dass die Zusammensetzung der rothen Stärke nicht sehr viel von derjenigen der blauen abweicht, und es stimmt diese Thatsache mit der Annahme, dass die rothe Reisstärke aus Stärkesubstanz, Amylodextrin und Dextrin besteht, die ja alle in ihrer Zusammensetzung der Stärkesubstanz sehr nahe kommen. — Dafert behandelte zertrümmerte rothe Stärke mit Wasser von 14° und findet, dass eine erhebliche Menge eines Körpers in Lösung geht, welcher sich mit wenig Jod röthet, mit mehr Jod bräunt, der nach rechts dreht und durch Fermente und Säuren in rechtsdrehenden Zucker übergeht. Aehnlich verhielt sich der Körper, welcher bei Verkleisterung der Stärke in Lösung ging.

1 g Klebreisstärke wurde mit 50 cc kochendem Wasser eine halbe Stunde lang erhitzt, dann abgekühlt und auf 200 cc aufgefüllt und filtrirt. Die klare Lösung, die sich mit wenig Jodjodkaliumlösung rothviolett färbt, mit viel roth, wird mit Alkohol gefällt.

Die ausgefällte Substanz zeigte eine spez. Drehung von $(\alpha) D = +179,8$, wobei $p = 0,435$, $t = 15,5^\circ$ war und bei einer zweiten Probe $(\alpha) D = +181,7$, wo $p = 0,3896$, $t = 15,5^\circ$ war. Die Bestimmungen können selbstverständlich, wie auch Dafert zugiebt, keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit machen, sie zeigen uns aber doch, dass auch aus dem Kleister nur eine Substanz erhalten wird, welche, obgleich sie noch Stärkesubstanz und Amylodextrin enthält, (was aus der Färbung hervorgeht, welche sie mit Jod giebt) nicht wesentlich in ihrem Drehungsvermögen von dem sich mit Jod nicht mehr roth färbenden Dextrin abweicht, welches Shimoyama aus dem bei 30° dargestellten Auszuge der rothen Stärke erhielt. Dieses drehte, wie wir

sahen + 171,9°. Das Dafert'sche Gemisch lieferte ebenfalls nur Dextrose bei der Inversion.

Der bei der Verkleisterung zurückgebliebene, abfiltrirbare Stärkeantheil giebt nach wiederholtem Waschen mit heissem Wasser, auf Zusatz von Jodlösung Violettfärbung.

Wie gesagt, geht aus dem bisher Mitgetheilten mit Wahrscheinlichkeit hervor, dass die Klebreisstärke ausser der geringen Menge von Stärkesubstanz, welche ihre Quellbarkeit bedingt, nur wenig Amylodextrin und sehr viel Dextrin enthält. Es muss also die Aufgabe jeder weiteren makrochemischen Untersuchung sein, die Trennung dieser drei Substanzen durchzuführen, die Quantität der letzteren zu bestimmen und durch Vergleichung mit einer künstlich hergestellten Mischung die Richtigkeit der Schlüsse zu prüfen.

Diese Aufgabe ist durchführbar; denn Stärkesubstanz und Amylodextrin lassen sich von dem Dextrin trennen durch Gefrierenlassen der Lösung, noch vollkommener durch Gefrierenlassen der Lösung nach vorherigem Zusatze von Jod oder Jod und Natriumacetat, wodurch Amylodextrin und Stärkesubstanz ausfällt.

Stärkesubstanz ist vom Amylodextrin allerdings dann schwieriger zu trennen; doch ist auch diese Trennung ausführbar, wie ich an anderer Stelle zu zeigen gedenke.

V. Ueber die chemische Verschiedenheit der Stärkekörner und eine Theorie des Wachstums der rothen Stärkekörner.

In den vorigen Kapiteln habe ich zu zeigen versucht, dass sich die rothen Stärkekörner von den blauen durch ihren grossen Gehalt an Amylodextrin und Dextrin und durch ihren geringen Gehalt an Stärkesubstanz unterscheiden. Es liegt nun sehr nahe anzunehmen, dass diejenigen Stärkekörner, welche sich durch Jod mehr oder weniger violett färben ebenfalls, aber weniger Amylodextrin, dessen Lösung sich mit Jod roth färbt, eventuell auch weniger Dextrin, dessen Lösung sich mit Jod nicht färbt, enthalten als die rothen Stärkekörner. Wir sind um so mehr zu diesem Schlusse berechtigt, als wir sehen, dass sich in ein und derselben Pflanze, ja in Zellen, welche sehr dicht bei einander liegen können, oft Uebergänge zwischen rein rothen und violetten Stärkekörnern finden, die sich auch bei mikrochemischer Untersuchung als Intermediärformen zwischen rothen und blauen Stärkekörnern zu erkennen geben. So verhält es sich z. B. hier und da bei *Gentiana lutea*, und *Iris germanica*, meist mit der Stärke des Arillus der Samen von *Chelidonium majus*. Die blauvioletten Körner, welche man neben den rothen in dem Arillus von *Chelidonium* findet, bilden den Uebergang zu den sich noch etwas mehr blau mit reinem Jod färbenden Stärkekörnern vieler Gramineen- und Cyperaceen-Endosperme.

Letztere Stärkekörner schliessen sich dann an die rein blauen Stärkekörner an, welche bei den meisten Gewächsen vorkommen.

Dass noch eine geringe chemische Verschiedenheit zwischen den Getreidestärken und sich reiner blau färbenden Stärkekörnern, z. B. den Kartoffelsärkekörnern vorliegt, ist schon Nägeli aufgefallen. Auf die Erklärungsversuche, welche Nägeli für diese Differenzen in einer grösseren Abhandlung (Ueber die chemische Verschiedenheit der Stärkekörner; Botanische Mittheilungen von Carl Nägeli I, S. 415) giebt, brauche ich nicht einzugehen, weil sie, infolge des von mir geführten Nachweises, dass Stärkcellulose nicht existirt, nur noch historisches Interesse besitzen. Die Stärkekörner des Weizens enthalten augenscheinlich nur sehr geringe Mengen von Amylodextrin, doch lässt sich die Differenz zwischen Kartoffelstärke und Weizenstärke, in Uebereinstimmung mit den Eigenschaften des Amylodextrins, leicht auf folgende Weise demonstrieren.

1. Man trägt 2 g mit etwas kaltem Wasser angerührte Weizenstärke in 200 g siedendes Wasser ein und kocht einmal auf, dann fügt man 100 g kaltes Wasser zu, schüttelt tüchtig und filtrirt durch ein grosses doppeltes Filter. 2. Man behandelt in gleicher Weise 2 g Kartoffelstärke. 3. Ebenso behandelt man 2 g Kartoffelstärke und 0,005 g Amylodextrin. Von den drei Filtraten bringt man je 1 *ccm* in ein besonderes Reagensglas, fügt 15 *ccm* Wasser hinzu und wenig reines Jod in kleinen Stückchen; man stöpselt dann zu und schüttelt eine halbe Stunde lang kräftig um. Hierbei sieht man nun, dass sich die Lösung der Weizenstärke und der mit Amylodextrin versetzten Kartoffelstärke gleich intensiv blauviolett, die Lösung der reinen Kartoffelstärke grünlichblau färbt.

Nach meiner Auffassung der Thatsachen bestehen also die meisten Stärkekörner, welche in ruhenden Pflanzentheilen vorkommen, aus reiner Stärkesubstanz; eine grössere Anzahl der Stärkekörner, d. h. die, welche sich mit Jod mehr violett färben, enthalten geringe Spuren von Amylodextrin und vielleicht auch Dextrin, und nur ausnahmsweise kommen auch Stärkekörner vor, welche erhebliche Mengen von Amylodextrin und Dextrin neben wenig Stärkesubstanz enthalten, die rothen Stärkekörner.

Es liegt nun die Frage nahe, welche physiologische Bedeutung die Betheiligung von Amylodextrin und Dextrin am Aufbaue der Stärkekörner hat. Wie schon anfangs angedeutet, wird auch diese Erscheinung vom physiologischen Standpunkte am einfachsten verständlich auf Grundlage der früher (Ueber die Struktur der Stärkekörner, Botan. Zeit. 1881, No. 51 und 52) von mir aufgestellten Theorie der Entstehung der Struktur der Stärkekörner. Das Auftreten des Amylodextrins und Dextrins in den Stärkekörnern ist bei Annahme dieser Theorie dann nur eine einfache Konsequenz der theoretischen Voraus-

setzungen, es ist eine Konsequenz des Eindringens des Fermentes in die porösen wachsenden Stärkekörner und der Wirkung des Fermentes auf die Stärkesubstanz. Die Stärkesubstanz, welche ausserhalb der Zellen nachweislich durch Fermente erst in Amylodextrin, dann in Dextrin, schliesslich in Zucker übergeht, wird in gleicher Weise in den Zellen durch die Fermente verändert und die nächsten Umwandlungsprodukte der Stärkesubstanz bleiben in besonderen Fällen im Stärkekorn liegen und betheiligen sich so am Aufbaue desselben. Aus den Eigenschaften des Amylodextrins und Dextrins erklären sich dann vollkommen die besonderen Eigenschaften der rothen Stärkekörner. Die rothen Stärkekörner sind danach Stärkekörner, bei deren Wachsthum die Fermentwirkung in einer bestimmten und von den gewöhnlichen Fällen abweichenden Art verlaufen ist; es ist bei ihnen der angegriffene Theil der Stärkesubstanz während des Wachsthums der Körner nicht sofort als Zucker in Lösung gegangen, sondern das Ferment hat einen Theil der angegriffenen Stärkesubstanz nur bis zur Stufe des Amylodextrins und Dextrins umgewandelt.

Die Entstehung der rothen Stärkekörner hat man sich also danach des Näheren folgendermassen vorzustellen.

Innerhalb der Trophoplasten (Chromatophoren) scheidet sich zuerst ein kleiner aus Stärkesubstanz bestehender Kern aus, auf welcher sich successive neue Schichten von Stärkesubstanz auflagern. Schon während die Ausbildung der ersten Anlage des Kornes, „des Kernes“, vor sich geht dringt die mit einer bestimmten Intensität wirkende Diastase zwischen die Krystallnadelchen des Kernes ein und wandelt dieselben bis zu einer gewissen Tiefe hinein in Amylodextrin oder Dextrin um, wobei auch Zucker entstehen kann, welcher infolge seiner leichten Diffusionsfähigkeit aus dem Chromatophor austritt. Ehe vollkommene Umwandlung und Lösung des Kernes eingetreten ist, lagert sich schon eine Schicht neuer Stärkesubstanz auf, welche bald darauf demselben Schicksale anheimfällt wie die Substanz des Kernes, d. h. theilweise als Zucker in Lösung geht, theilweise zurückbleibt als eine aus Krystallen von Stärkesubstanz, deren äussere Partie in Amylodextrin umgewandelt ist bestehende Schicht, welche von dem ebenfalls entstandenen schwer diffundirenden Dextrin gleichsam durchtränkt ist. Letzteres bildet wahrscheinlich eine höchst concentrirte Lösung, welcher die Substanz des Chromatophors den Austritt nicht gestattet. Die Auflagerung der zweiten Schicht reiner Stärkesubstanz beginnt nach einer gewissen Pause um dann bald wiederum aufzuhören und dem Lösungsvorgange und Umwandlungsvorgange Platz zu machen. So baut sich das Korn nach und nach aus einer Reihe successive ausgeschiedener, dann umgewandelter Schichten von Stärkesubstanz oder vielmehr deren Ueberresten auf. Es ist hierzu noch zu bemerken, dass es ganz von der Dicke der jedesmal ausgeschiedenen Schicht der Stärkesubstanz

abhängt, ob diese Schichten der Stärkesubstanz bei der Prüfung der wachsenden Stärkekörner mittelst Jod jemals als solche sichtbar wird. Sind die Stärkekörner sehr klein und die successive ausgeschiedenen Schichten sehr dünn, so dass ihre Dicke unter der Grenze der mikroskopischen Wahrnehmbarkeit liegt und wird jede dieser Schichten stets in Amylodextrin etc. umgewandelt, ehe die nächste aufgelagert ist, so kann niemals eine blaue Schicht beobachtet werden. So scheint es in der That bei den kleinen Körnern von *Goodyera* und der Reispflanze zu sein. Werden dagegen dickere Schichten von Stärkesubstanz ausgeschieden oder werden eine Reihe derselben nicht völlig in Amylodextrin und Dextrin umgewandelt, so kann während des Wachstums des Kornes oder auch nach Beendigung des Wachstums eine Schicht (oder auch mehrere Schichten) im Korne auftreten, welche sich mit Jod nicht roth sondern blau oder violett färben.

Solche blaue Schichten und Kerne kommen, wie wir sahen bei den rothen Stärkekörnern von *Sorghum vulgare* vor, vorzüglich bei der Art, welche schwarze Spelzen besitzt.

Die direkte Beobachtung der Entwicklungsgeschichten der Stärkekörner von *Sorghum vulgare fuscum glutinosum* lehrt für die Theorie des Wachstums der rothen Stärkekörner wenig Interessantes, aber doch, dass die zu beobachtenden Erscheinungen nicht gegen unsere Theorie sprechen. Es ist zuerst zu bemerken, dass während der ganzen Entwicklung des Kornes niemals eine besondere äussere Schicht zu sehen ist, welche sich mit Jod rein blau färbt, also der nach der Theorie möglicher Weise zum Vorschein kommenden Schicht reiner Stärkesubstanz entsprechen würde. Man überzeugt sich aber bei Beobachtung der Stärkekörner auch leicht, dass diese Schicht schon sehr dick sein müsste, wenn sie sichtbar werden sollte; den die Interferenzstreifen stören die Beobachtung der Peripherie der kugeligen Stärkekörner ungemein. Ferner ist zu erwähnen, dass auf mikrochemischem Wege nicht sicher festzustellen ist, ob die jüngeren Zustände der Körner an Stärkesubstanz reicher sind als die inneren Partien älterer Früchte; denn die Stärkekörner der verschiedenen Früchte sind in chemischer Beziehung nicht völlig gleich, und es lässt sich deshalb das Jugendstadium der Stärkekörner der einen Frucht nicht mit den älteren Stärkekörnern einer anderen Frucht ohne weiteres zu einer Entwicklungsreihe zusammenstellen. Es ist übrigens nicht wahrscheinlich, dass bei den rothen Stärkekörnern die einmal gebildeten Schichten später noch stark verändert werden, weil das wirkende Ferment ja an und für sich schwach ist und seinem Eindringen durch die concentrirte Dextrinlösung, welche die Poren der Stärkekörner in den rothen Schichten anfüllt, wahrscheinlich ein Hinderniss entgegengesetzt wird. Schätzende Beobachtung der Reactionen der Stärkekörner vieler jüngerer und älterer *Sorghum*früchte machen es allerdings wahrscheinlich, dass

eine kleine chemische Veränderung der jungen Körner während der Umhüllung derselben mit neuen Schichten noch eintritt, so dass die jungen Körner durch Jod etwas mehr blau gefärbt werden und etwas mehr quellbare Substanz zu enthalten scheinen als die inneren Theile älterer Stärkekörner. Im Allgemeinen lässt sich über die Entwicklung der rothen Stärkekörner von *Sorghum* noch folgendes sagen. Die Stärkekörner treten im heranwachsenden Endosperm erst auf, wenn die Früchte etwa 2,5 mm Durchmesser erlangt haben. Sie erscheinen als kleine Kügelchen, welche je nach der Region des Endosperms durch Jod mehr oder weniger blau, violett oder röthlich gefärbt werden und innerhalb etwa 20 Tagen zur definitiven Grösse heranwachsen, indem sich neue Kugelschalen von Substanz anlagern, welche mit dem Grösserwerden des Stärkekorns meist mehr und mehr durch Jod sich roth färben. Schliesslich bestehen die Körner, wie wir sahen, wesentlich aus einer sich durch Jod rothbraun färbenden Masse und zeigen nur in ihren centralen Partien mehr oder weniger ausgedehnt und mehr oder weniger intensiv Blaufärbung und Violettfärbung durch Jod. Besonders hervorgehoben muss schliesslich noch werden, dass gerade die kleineren Stärkekörner, welche in der Nähe des Embryo des Endosperm liegen, während ihres Wachstums und nach ihrer Ausbildung verhältnissmässig viel Stärkesubstanz enthalten, sich durch Jod am weitgehendsten und intensivsten blau färben, und da die Corrosionserscheinungen, die wir an den dem Embryo am nächsten liegenden Stärkekörnern beobachten, lehren, dass die letzteren einer relativ starken Fermentwirkung ausgesetzt sind, so lässt uns diese Erscheinung vermuthen, dass kräftig wirkende Fermente die Ausbildung rother Stärkekörner nicht begünstigen.

Ist eine derartige Umwandlung eines ursprünglich aus Stärkesubstanz bestehenden Kornes, wie ich sie im Obigen vorausgesetzt habe, innerhalb der Zelle möglich, so muss sie bei normaler Lösung rein blauer Stärkekörner innerhalb der Zellen z. B. bei keimenden Samen und austreibenden Rhizomen, welche blaue Stärkekörner enthalten, auch vorkommen können. Ich habe einige wenige Pflanzen darauf hin geprüft und in der That gefunden, dass auch bei der Lösung normaler blauer Stärkekörner die Bildung von Schichten rother Stärke in manchen Fällen stattfindet. Schon Sachs (Bot. Zeit. 1862, S. 148) hat übrigens eine hierher gehörige Beobachtung gemacht. Er sah bei der Keimung des Weizens die sich lösenden Stärkekörner, welche anfangs mit Jod eine dunkelviolette Färbung annahmen, nach und nach sich so verändern, dass sie Jod nur noch weinroth färbte. Es ist diese Beobachtung richtig; es muss aber bemerkt werden, dass die Erscheinung nicht immer in gleicher Schärfe auftritt, und selbst in den besten Fällen wenig in die Augen fallend ist. Viel charakteristischere Veränderungen der äussersten Schicht der Stärkekörner treten bei der Lösung der Stärkekörner mancher Rhizome hervor.

Am 5. Mai und Mitte Juni enthielt die Spitze des austreibenden Wurzelstockes von *Dioscorea villosa* Stärkekörner, deren äusserste Schicht sich mit Jod hellroth färbten, wie es Fig. 15 und 15a darstellt. In Fig. 15a ist ein und dasselbe Korn, von seiner breiten und von seiner schmalen Seite aus gesehen, abgebildet. Ganz ähnlich wie diese Stärkekörner verhielten sich diejenigen des Rhizomes von *Aristolochia Clematitis* am 10. Mai. Uebrigens ist auch die Stärke der Samen verschiedener *Canna*-Species ein hierher gehöriges Object. Schon im ungekeimten Samen besitzen die Stärkekörner eine rothe äusserste Schicht, welche beim Keimen der Samen, auch an den durch Lösung kleiner werdenden Körnern immer erhalten bleibt, also stets neu gebildet wird.

Die Erscheinung, dass die äussersten Schichten der Stärkekörner bei der Lösung der letzteren in der Zelle mehr oder weniger vollständig in Amylodextrin und Dextrin (?) umgewandelt werden, scheint demnach nicht gerade selten zu sein; doch findet sie sicher nicht überall statt. Dass rothe Schichten nicht in allen Fällen auftreten, ist auch nach unserer Theorie leicht erklärlich; denn es bedarf stets des Zusammentreffens verschiedener Umstände, wenn sich Amylodextrin in erheblicher Menge in der Peripherie des Kornes ansammeln soll. Man wird leicht einsehen, dass dabei z. B. die Fermentwirkung keine sehr energische sein darf; denn sonst werden die äussersten Schichten des Kornes sofort in Maltose verwandelt oder sogar in Traubenzucker und gelöst, ohne dass Amylodextrin in Erscheinung tritt. Aber auch bei sehr schwacher Fermentwirkung kann keine der Beobachtung zugängliche äussere Lage von rother Stärke entstehen; denn dann verändert das Ferment gleichmässig das ganze Korn, weil die Spaltungsproducte der Stärkesubstanz dann Zeit haben aus den Poren des Stärkekornes auszuwandern und das Eindringen des Fermentes in die Tiefe des Kornes und dessen Wirkung im Innern des Kornes nicht hindern. Das Ferment muss also mit einer gewissen mittleren Intensität arbeiten, wenn eine Schicht rother Stärke an dem sich lösenden blauen Korne entstehen soll.

Nach dem bisher auseinandergesetzten wird es leicht verständlich sein, dass auch die rothen Stärkekörner relativ selten vorkommen; denn es wirken bei ihrem Wachsthum eine Reihe von Processen zusammen, welche genau gegeneinander abgestimmt sein müssen, wenn statt der gewöhnlichen blauen Stärkekörner rothe heranwachsen sollen. Es kommen, wie gesagt, vorzüglich in Betracht:

1. Die Menge der in der Zeiteinheit gebildeten Stärkesubstanz,
2. die Energie der Fermentwirkung,
3. die Verhinderung oder Förderung, welche die Auswanderung der Spaltungsprodukte der Stärke durch die Chromatophorensubstanz erfährt.

Die Erwägung, dass ausser einer bestimmten Energie der Fermentwirkung noch andere Factoren massgebend sein müssen, vorzüglich aber der Hinweis auf die Thatsache, dass die Wirkung der Fermente durch concentrirte Lösungen von Dextrin und Zucker modificirt und geschwächt wird, lassen es verständlich erscheinen, dass wir a priori nicht zu sagen im Stande sind, ob in allen denjenigen Zellen, welche rothe Stärkekörner enthalten schwächer wirkende Fermente vorhanden sind als in solchen, welche blaue Stärke bilden. Immerhin wäre es interessant zu wissen, wie es sich mit der Fermentwirkung, dem einen der wichtigsten Factoren, verhält.

In den meisten Fällen, in denen es sich um eine vergleichende Bestimmung der Fermentwirkungen handelt, ist dieselbe nicht auszuführen oder wenigstens werthlos; Die Endosperme der verschiedenen Varietäten des Reises und des Sorghums scheinen mir aber zu den wenigen Objecten zu gehören, welche eine Vergleichung der Wirkung ihrer Fermente zulassen, da alle Zellen des Endosperms gleichwerthig also auch chemisch wesentlich gleichartig sind und weder reichlich freie Säuren, noch Gerbstoff etc. enthalten, auch der Wassergehalt zweier verschiedener Samen oder die Concentration des Zellsaftes der Endospermzellen sehr annähernd gleich sein wird. Ich habe deshalb versucht auf folgende Weise die Wirksamkeit der in dem Samen des rothen und blauen Reises enthaltenen Diastase zu vergleichen.

5 g Kartoffelstärke wurden mit 100 ccm Wasser zum Kleister gekocht. Je 0,15 g noch frische, aber ausgewachsene, blaue und rothe Reisfrüchte wurden mit 3 ccm Wasser fein zerrieben und der wässrige Auszug wurde filtrirt. 1,5 ccm des Auszuges wurden zu 5 ccm des Kleisters gegeben, damit vermischt und bei gewöhnlicher Temperatur bei Seite gestellt.

Die Kleisterprobe, welche mit dem Auszuge aus dem blauen Reise vermischt worden war, wurde bedeutend schneller verflüssigt als diejenige, welche den Auszug des Klebreises enthielt. Es war dies in allen Fällen zu beobachten und bei Anwendung verschiedener Spielarten des gewöhnlichen Reises. Dasselbe Resultat erhielt ich beim Vergleiche der frischen Früchte von *Sorghum vulgare* mit blauen und der frischen Früchte von *Sorghum vulgare* mit rothen Stärkekörnern. Zu bemerken ist jedoch, dass man genaue Rücksicht nehmen muss auf das Entwicklungsstadium der Früchte; denn unreife Früchte enthalten ein stärker wirkendes Ferment als reife. Es stimmt also diese Erfahrung recht gut mit unserer theoretischen Anschauung überein, wonach die Entstehung der rothen Stärkekörner durch das Vorhandensein eines relativ schwachen Fermentes begünstigt wird.

Es darf zum Schlusse nicht unerwähnt bleiben, dass die Thatsache des Vorkommens von Spaltungsprodukten der Substanz in den rothen und violetten Stärkekörnern noch einer zweiten Deutung fähig ist.

Wie ich in einer früheren Arbeit (Bildung der Stärkekörner in den Laubblättern aus Zuckerarten, Mannit und Glycerin; Bot. Zeit. 1886, No. 5) auseinandergesetzt habe, ist die Bildung der Stärkesubstanz als ein Condensationsprozess aufzufassen. Wir können nun annehmen, dass das Condensationsvermögen derjenigen Chromatophoren, in welchen rothe Stärkekörner entstehen, ein relativ schwaches und in seiner Intensität schwankendes ist, sodass die Condensation der Dextosemoleküle nicht immer bis zur Stärke hinauf erfolgt, sondern dass auch zeitweise eine geringere Anzahl von Dextrosemolekülen miteinander verkettet werden und so Dextrin und Amylodextrin neben Stärkesubstanz entsteht. Die rothen Stärkekörner würden sich dann direct aus diesen Substanzen aufbauen. Die letztere Anschauung steht mit den Thatsachen durchaus nicht in einem so vollkommenen Einklange wie die Theorie, welche ich in dieser Abhandlung entwickelt habe; es ist dies leicht einzusehen und zu beweisen, ich will mir jedoch die Erörterung der Gesichtspunkte und Thatsachen, welche gegen die Annahmen der zuletzt erwähnten Anschauung sprechen, für eine andere Gelegenheit aufsparen.

41. Hermann Ross: Beiträge zur Entwicklung des Korkes an den Stengeln blattarmer oder blattloser Pflanzen.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 21. Oktober 1886.

In allen Fällen wo die normalen Laubblätter reduziert oder vollständig unterdrückt sind, entwickeln sich bekanntlich die subepidermalen Rindenzellen des Stengels zu sehr chlorophyllreichen, mehr oder minder typischen Palissadenzellen, welche dann auch die Funktion des Assimilationsgewebes der Laubblätter übernehmen. Besonders Pick¹⁾, Volgens²⁾ und Schube³⁾ haben sehr eingehend den anatomischen

1) H. Pick, Beiträge zur Kenntniss des assimilirenden Gewebes armlaubiger Pflanzen. Inaug.-Diss. Bonn 1881.

2) G. Volgens, Zur Kenntniss der Beziehungen zwischen Standort und anatomischen Bau der Vegetationsorgane. Jahrb. d. Kgl. Bot. Gart. zu Berlin. Bd. III. p. 1 ff.

3) Th. Schube, Beiträge zur Kenntniss der Anatomie blattarmer Pflanzen. Inaug.-Diss. Breslau 1885.

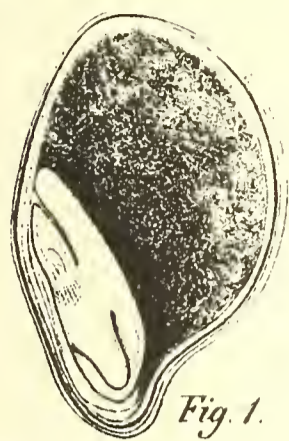


Fig. 1.

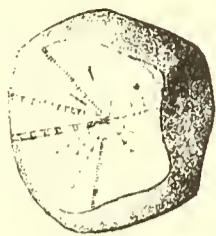


Fig. 3. 920.



Fig. 4.

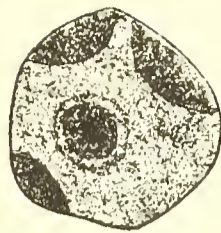
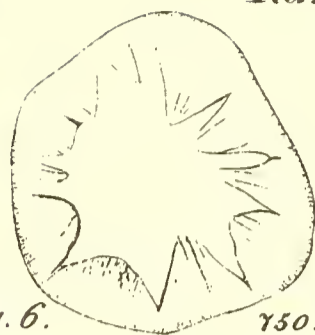


Fig. 6.



750.

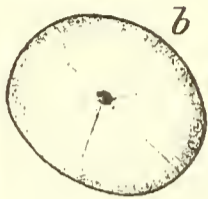


Fig. 2. 920.

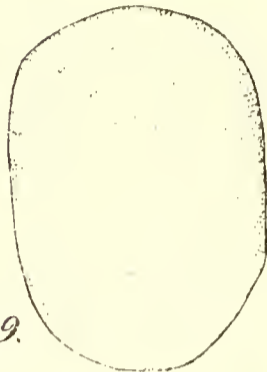


Fig. 9.

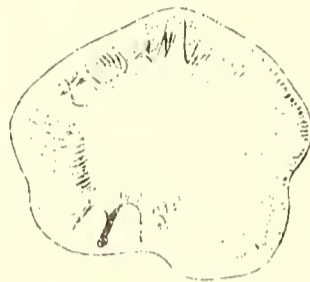


Fig. 7. 750.



Fig. 5.



Fig. 8. 540.

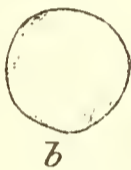


Fig. 10.

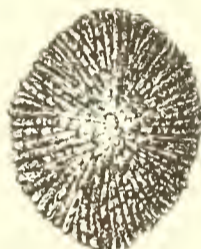


Fig. 11.



Fig. 12.



Fig. 13. 400.

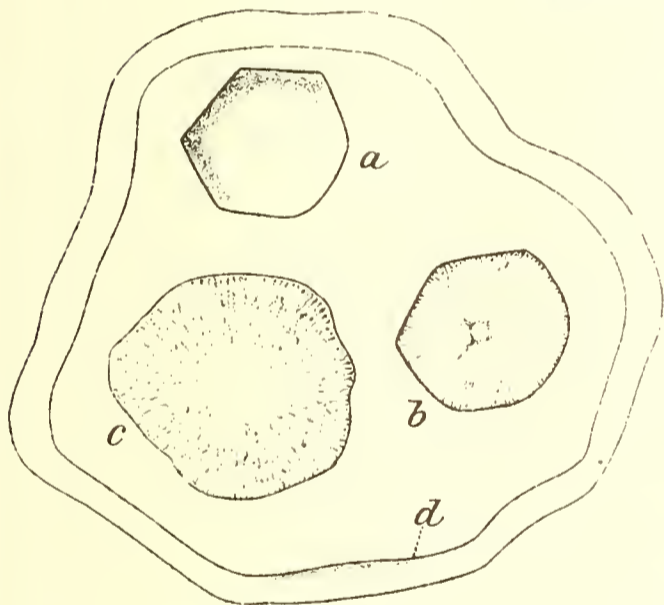


Fig. 17. 1000.

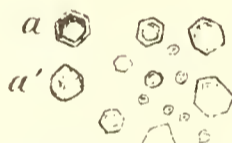


Fig. 14. 750.



Fig. 16.

1000.

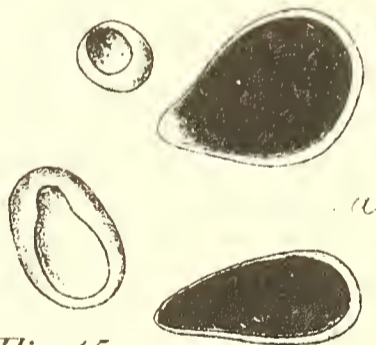


Fig. 15 920.



Fig. 18. 750.

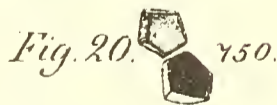
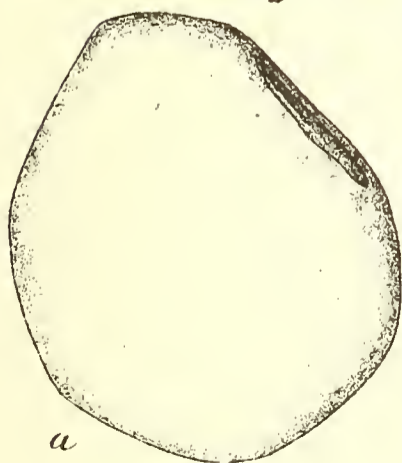
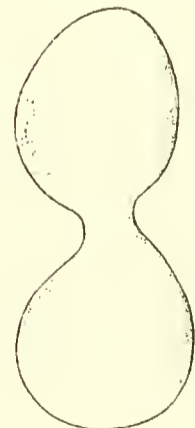
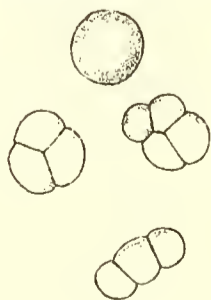


Fig. 20. 750.

Fig. 19. 750.



a



b

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Meyer Arthur

Artikel/Article: [Ueber Stärkekörner, welche sich mit Jod roth färben. 337-362](#)