

# Amylum, Amylodextrin und Erythrodextrin in ihrem Verhalten gegen Chromsäure.

Von

Professor Dr. C. O. Harz.

(München).

H. Schacht führte die Chromsäure in die mikroskopische Technik ein und benutzte sie in heißer Lösung zur Entfernung der Interzellulärsubstanz.<sup>1)</sup> Seit dieser Zeit bis heute spielt diese Säure in der Mikroskopie eine hervorragende Rolle. Im Jahre 1866 ermittelten A. Weiß und J. Wiesner die Wirkung dieser Säure auf verschiedene Stärkearten.<sup>2)</sup> Sie verwendeten nicht die reine Säure, sondern das mit  $\text{H}_2\text{SO}_4$  versetzte Kaliumbichromatpulver, dem so viel Wasser zugesetzt wurde, als zur Auflösung der abgeschiedenen Chromsäure erforderlich war. Sie erhielten bei Behandlung verschiedener Stärkearten mit dieser Säure zunächst prachtvolle Schichtenbildung (Kartoffel, Weizen, Arrow-root, Curcuma, Mais, Iris), wie man solche in reinem Wasser niemals zu sehen bekommt; sodann schalige Zerklüftung, zuletzt Zerfall und Auflösung. Während dieser Vorgänge höhlt sich gewöhnlich der Kern aus und wird von einer granulösen Materie erfüllt. Schließlich wird durch Jod keine Bläuung, sondern Gelbung oder Bräunung, nach Zusatz von Schwefelsäure aber wieder Blaufärbung bewirkt. Endlich sehen sie infolge der lockernden und lösenden Wirkung der Chromsäure vom Kern ausgehende, radial verlaufende Linien, die beim Weizen genau senkrecht auf den Schichten stehen oder (bei Körnern mit exzentrischem Kerne) bündel- oder fächerförmig gegen die Peripherie verlaufen.

Veranlassung zu den nachfolgenden Untersuchungen gab mir eine Beobachtung, die ich gelegentlich einiger Mazerationsversuche mit Chromsäure machte.

Nach der Zerstörung der Interzellulärsubstanz wusch ich die isolierten Zellenmassen erst mit kaltem, später mit heißem Wasser

<sup>1)</sup> Schacht, H., Das Mikroskop. 1862. S. 120.

<sup>2)</sup> Weiß, Dr. A. und Wiesner, Dr. J., Botanische Zeitung. 1866. S. 97.

aus und bemerkte dabei, daß die von den Zellenmembran eingeschlossenen, von Jodlösung nicht mehr blau gefärbten Stärkekörner zugleich auch ihre Quellbarkeit verloren hatten, was durch eingehende Versuche bei einer größeren Zahl verschiedener Stärkearten weiter festgestellt wurde.

Ich benutzte zu meinen Versuchen meistens reine Chromsäurelösungen von bestimmtem Gehalt, welchen ich in mehreren Fällen denselben Prozentsatz Schwefelsäure beifügte. Dies Gemenge werde ich hier „Chromschwefelsäure“ nennen, und wenn dieselbe als 2 etc. prozentig bezeichnet ist, so ist damit gemeint, daß auf 100 Teile Lösung 2 etc. Teile Chromsäure und ebensoviel  $\text{H}_2\text{SO}_4$  von 1,840 spez. Gew. genommen wurden. Zeitdauer der Einwirkung waren — wofern nichts anderes angegeben — 24 Stunden. Nach dieser Zeit wurde die Säure entfernt und das resultierende Produkt mit kaltem Wasser ausgewaschen.

Die mit Chromschwefelsäure behandelten Stärkesorten waren infolge Reduktion der Chromsäure zu Chromoxyd graugrün oder blaßgrün, die nur mit Chromsäure behandelten je nach der Konzentration der Chromsäurelösung gelblichgraugrün bis olivgrün, zuletzt goldgelb.

Bei den minderprozentigen Säurelösungen geschah der Zusatz zur Stärke unter laufendem Wasser auf einmal in der ganzen Quantität; bei der höherprozentigen aber wurde die Stärke erst mit Wasser allein gemischt, sodann unter Eiswasser das erforderliche Säurequantum vorsichtig nach und nach, stets erst nach eingetretener vollständiger Abkühlung, hinzugefügt.

Bei Abschluß des Versuches und nach Auswaschen des Produktes wurde mit „Jod“<sup>1)</sup> im Überschuß versetzt. Die Ergebnisse sind folgende:

## I. Stärkemehl.

### a) Roggenstärke.

Es wurde reines Roggenmehl des Handels verwendet: die größten Körner hatten 45—52  $\mu$  Durchmesser. Neben den normalen und intakten finden sich stets mechanisch verletzte Körner in geringer Anzahl, auch hin und wieder solche, welche, sehr dünn und durchscheinend, wohl schon im Endosperm von Enzymen etwas angegriffen sind.

1. 1 %  $\text{CrO}_4\text{H}_2$ -Lösung bewirkt keine bemerkenswerte Veränderung: alle Körner sind farblos. Mit Jod färben sich die meisten schwarzblau, nur wenige lila oder blaßviolett.

Mit Wasser aufgekocht, findet schwache Kleisterbildung statt, die meisten Körner verquollen und deformiert, eine kleine Zahl bleibt unverändert und zeigt einen granulierten Aufbau.

<sup>1)</sup> Als „Jod“ schlechthin bezeichne ich hier die Auflösung dieser Substanz bei Jodüberschuß in einer 10/100igen Jodkaliumlösung.



[Nach 14tägiger Einwirkung sind vereinzelte Körner gelblich. Schichtungen und Kern nicht erkennbar. Durch Jod werden die meisten schwarzblau, wenige braun und rotbraun.]

2. Mit 1 % Chromschwefelsäure erhält man ein schmutzig-weißes Produkt: die Körner werden durch Jod schwarzblau, einige wenige rotbraun. Mit Wasser gekocht, bleiben fast alle unverzerrt, sie behalten trotz einer mäßigen Quellung ihre normale Form bei. Durchmesser bis zu 60—75  $\mu$ .

3. Die 2 % Säure wirkt derart ein, daß etwa 33 % der Körner durch Jod nur mehr lila, die übrigen schwarzblau werden.

Beim Aufkochen mit Wasser findet keine Kleisterbildung statt. Die weißen Körner sind gequollen und verbogen, die größten 60—75  $\mu$  groß, aber nicht geplatzt; alle scharf umschrieben, daneben viele nicht gequollene granulierten Körner.

[Nach 14tägiger Einwirkung der 2 %igen Säure sind vereinzelte Körner gelblich, die meisten farblos. Jod färbt sie meist schwarzblau, wenige braun und rotbraun.]

4. Die 2 % Chromschwefelsäure liefert ein blaßblaugraues Produkt. Jod färbt etwa 50—60 % schwarzblau, die übrigen rotviolett bis rotbraun.

Mit Wasser gekocht Quellung bis auf 52—67  $\mu$  bei wohl erhaltenen unverzerrten Umrissen.

5. 3 %  $\text{CrO}_4\text{H}_2$ -Lösung verhält sich fast wie die 2 %: da und dort erkennt man eine sehr feine aber scharfe Schichtung der farblosen Körner: ihr Kern ist heller, gelockerter, die bekannten Kreuzspalten erweitert und verlängert. Mit Jod färben sich etwas unter 50 % rotviolett, die übrigen schwarzblau.

Mit Wasser gekocht, werden wenige Körner deformiert, fast alle sind in ihren Formen wohl erhalten, die größten 52—62  $\mu$ , jedoch sah ich einzelne bis zu 150  $\mu$  bei übrigens vollständiger Erhaltung der typischen Formen.

[Nach 14tägiger Einwirkung sind vereinzelte Körner geelbt; Jod färbt die meisten braun bis rot- und schwarzbraun, nur wenige werden schwarzblau.]

6. 3 % Chromschwefelsäure gibt ein blaßblaugraues Produkt. Jod färbt wenige Körner schwarzblau, die meisten werden rot violett bis rötlichbraun.

Mit Wasser gekocht, findet Quellung auf 45—67  $\mu$  ohne Deformation statt.

7. 4 %  $\text{CrO}_4\text{H}_2$  liefert ein zitrinfarbiges Produkt; viele Körner zeigen feine konzentrische Schichtungen und sind durch Lockerung (hauptsächlich Lösung und Oxydation der Granulose) durchscheinend geworden: nur wenige Körner sind blaßgelb bis goldgelb. Jod färbt etwa 75 % rotviolett oder braunviolett, der Rest schwarzblau.

Nach dem Aufkochen mit Wasser messen die größten Körner 50—55  $\mu$ , vereinzelte 66  $\mu$ ; Deformationen derselben nicht wahr-

nehmbar, überall ist die typische Gestalt erhalten. Der Kern ist da und dort erweitert, oft sternförmig.

[Nach 14 Tagen sind fast alle Körner sehr blaßgelblich, vereinzelte dunkelgelb. Jod färbt die meisten braun bis dunkelbraun, eine kleine Anzahl wird schwarzblau.]

8. 4% Chromschwefelsäure liefert wiederum ein blaugraues Produkt. Die konzentrische Schichtung bei vielen Körnern sehr deutlich, ihre Umrisse scharf und normal. Jod färbt die meisten rotviolett, vereinzelte werden blau und schwarzblau.

Mit Wasser gekocht, zeigen die Körner normales Aussehen und vielfach sehr scharfe und feine Schichtungen bei 48—52  $\mu$  größten Durchmessern; also noch minimale Quellung.

9. 5 %  $\text{CrO}_4\text{H}_2$  färbt zahlreiche Körner gelb; Schichtung selten deutlich. Mit Jod färben sich nur wenige Körner schwarzblau, viele sind gelblich, die meisten lila, graubraun, rotviolett und violettbraun.

Mit Wasser gekocht zeigen die Körner normales Aussehen. die größten messen 45—52  $\mu$ .

[Nach 14tägiger Einwirkung sind die Körner gelb, ohne sichtbare Schichtungen und Kern. Mit Jod färben sich die meisten hell- bis dunkelbraun, die übrigen, insbesondere die kleineren, grau-blau, grau-violett bis schwarzblau.]

10. Mit 5 % Chromschwefelsäure bleiben die Körner scharf umschrieben, ihre Schichtung meist sehr deutlich. Jod färbt fast alle rotbraun und rotviolett, nur vereinzelte werden blau und blauviolett.

Beim Aufkochen mit Wasser haben die größten Körner 45—52  $\mu$  Durchmesser, sind also nicht oder kaum gequollen. Kernhöhle und oft auch die Schichtungen sehr scharf.

11. 6 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  färbt die Mehrzahl der Körner gelblich und tiefgelb. Kernhöhle oft gelockert, Schichtungen selten scharf. Mit Jod färben sich nur wenige schwarzblau, fast alle sind grau-blau, violettgrau und blaßbräunlichgrau.

Nach dem Kochen mit Wasser haben die größten Körner 45—52  $\mu$  Durchmesser, viele Körner zeigen scharfe konzentrische Schichtungen.

[Nach 14tägiger Einwirkung der Säure sind die Resultate wie bei 5 % Säure.]

12. 6 % Chromschwefelsäure lockert die Körner, welche zumal nach dem Aufkochen mit Wasser bei schöner Schichtung durchscheinender geworden sind; die größten zeigen dabei 40—45  $\mu$ . Mit Jod werden alle rotviolett.

13. 10%  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  liefert ein olivbraunes Produkt. Die unter dem Mikroskop grünlichgelben Körner sind nicht gequollen, ihre Umrisse und die Schichtungen meist scharf. Jodlösung färbt sie gelb und gelbbraun.



Mit Wasser gekocht, zeigen die Körner 45—52  $\mu$  D., sind also nicht gequollen, oft sehr schön geschichtet, Kernhöhle erweitert, oft derb radiärrissig. Jod färbt alte Körner rotviolett bis rotbraun.

14. 10 % Chromschwefelsäure gibt ein blaßlilafarbenes Produkt. Unter dem Mikroskop erscheinen die Körner fast farblos, oft sehr schön geschichtet, die bekannten Radialrisse sehr häufig und meist stark erweitert. Jod färbt sie rotviolett, dann violettbraun.

Mit Wasser gekocht, keine Quellung, das Filtrat färbt Jod tief violettrot. Schichtung oft sehr deutlich.

#### b) Weizen.

1. 2 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Körner farblos bis blaßgelblich, Schichtungen und Kern selten scharf, Jod färbt sie blauviolett und braun, z. T. schwarzblau, wenige bleiben gelb.

2. 3 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Körner vorwiegend gelb, Schichtungen selten scharf. Jod färbt wenige Körner schwarzblau, die meisten violett- und rotbraun, viele bleiben gelb.

3. 4 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Alle Körner sind goldgelb, Schichtung und Kern meist unklar. Jod färbt viele grauviolett, braun und rotbraun, manche bleiben gelb.

4. 5 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Alle Körner goldgelb, manche stark korrodiert, im Zentrum häufig eine strahlig-sternförmige Höhlung, Körner nicht selten von außen nach innen radiärrissig und zerklüftet. Jod färbt sie meist braun bis rot- und schwarzbraun, viele grau- violett und graublau, wenige goldgelb.

5. 7 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Ähnlich wie bei der 5 %-Säure. Jod färbt hell- bis dunkelbraun, viele werden grauviolett bis graublau, wenige goldgelb.

#### c) Reis.

1. 2 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Körner blaß grünlich oder farblos, sonst keine sichtbare Veränderung; alte Bruchkörner werden durch Jod blau, schließlich dunkelblau. Die im Zusammenhange gebliebenen zusammengesetzten Körner tief schwarzblau und so undurchsichtig, daß sich die einzelnen Bruchkörner nicht unterscheiden lassen.

2. 3 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Fast wie vorhin, Körner unter dem Mikroskop farblos bis grünlichweiß, ein geringer Teil der Bruchkörner färbt sich mit Jod braun.

3. 4 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Kaum dunkler gefärbt; äußerlich keine Veränderung zu erkennen; etwa 50 % der Körner werden mit Jod braun, darunter viele, welche an der Oberfläche dunkel-, innen hellerbraun gefärbt sind; ungefähr die Hälfte der Körner wird schwarzblau.

4. 5 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Nahezu wie oben; fast alle Körner werden durch Jod braun, rotbraun, grau- und schwarzbraun; bei vielen zeigt sich eine große, scharfumschriebene Kernhöhle.

## 50 Harz, Amylum, Amylodextrin u. Erythroextrin in ihrem Verhalten etc.

5. 7 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Produkt chromgrün bis grünlichbraun. Bei fast allen Körnern eine große scharfumschriebene Höhlung; durch Jod färben sich die Bruchkörner erst grauviolett bis graubraun, zuletzt hell- bis dunkelbraun.

6. 15 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Es resultiert nach 24 Stunden ein hell olivgrünes Produkt. Bruchkörner in den Formen unverändert, scharf umschrieben und im Gegensatz zum Hafer sehr gleichartig gestaltet. Die Kernhöhle ist meist radiär feinrissig. Mit Jod verfärben sich die Körner schwach violett bis braun. Beim Kochen mit Wasser tritt weder Verzerrung noch Quellung auf.

7. 15 % Chromschwefelsäure liefert nach 24 Stunden ein blaßgrünes Produkt. Kernrisse zahlreicher, erstrecken sich oft bis zur Peripherie: Jod färbt die Körner, welche oft klumpenweise zusammenhängen, tief rotbraun bis dunkelbraun.

Mit Wasser gekocht, findet keine Quellung statt, die Körner im Innern oft granuliert. Jod färbt sie rotbraun, das Filtrat aber dunkelviolett.

8. 20 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  gibt nach 24 Stunden ein zitrinfarbiges Produkt. Die Körner sind äußerlich unverändert, im Innern stark ausgehöhlt, mit Jod werden alle gelbbraun. Mit Wasser gekocht, keine Quellung, mit Jod werden sie violettbraun.

9. 20 % Chromschwefelsäure gibt nach 24 Stunden ein blaß graugrünes Pulver. Die Körner werden durch Jod zuerst dunkelviolett, dann rotbraun gefärbt. Beim Kochen mit Wasser kleben die Körner meist klumpenweise zusammen, wenige sind in den Formen intakt geblieben.

## d) Hafer.

1. 2 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Die zusammengesetzten Körner sind goldgelb, die Bruchkörner blaßgelb. Mit Jod verfärben sich alle dunkelgrauviolett, nicht schwarzblau wie bei dem Reis, und an den nichtzertrümmerten zusammengesetzten Körnern lassen sich die Abgrenzungen der Bruchkörner meist leicht voneinander unterscheiden.

2. 3 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Alle Körner gelb, eine Höhlung im Innern meist nicht erkennbar. Jod färbt alle grauviolett bis graubraun und braun; auch die zusammengesetzten bleiben durchscheinend.

3. 4 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Alle Körner dunkelgelb gefärbt. Jod färbt sie graubraun bis dunkelbraun.

4. 5 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Alle Körner gelb, sonst äußerlich unverändert. Jod färbt sie grau, graublau und graubraun: sie bleiben dabei hell und durchscheinend. Eine Höhlung meist nicht erkennbar.

5. 7 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Alle Körner gelblichgrau bis blaßoliv, ein kleiner rundlicher bis spaltenförmiger Kern meist leicht sichtbar. Jod färbt die Körner hellbraun bis durchscheinend violettbraun, einige wenige bleiben gelb.



## e) Erbse.

1. 2%  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Einige Stärkekörner sind goldgelb, die meisten farblos. Schichtungen und Kern oft sehr klar. Jod färbt einige rotviolett bis rotbraun, sonst schwarzblau.

Mit Wasser gekocht, verquellen die Körner sehr stark, jedoch ohne Kleisterbildung; sie färben sich jetzt mit Jod rasch blau.

2. 3%  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Wie oben noch starke Verquellung beim Kochen mit Wasser, die Körner bleiben isoliert, verkleben nicht. Mit Jod werden sie nun ebenfalls rasch blau.

3. 4%  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Keine wesentliche Veränderung, Jod färbt die meisten Körner schwarzblau. Mit Wasser gekocht, findet noch starke Quellung statt, Jod färbt alle Körner rasch blau.

4. 5%  $\text{CrO}_4\text{H}_2$ : Körner teils farblos, teils gelb, mit Jod werden sie zunächst blauviolett oder rotviolett, oft ungleich heller und dunkler rotbraun und schwarzblau, also scheckig gefärbt; vielleicht eine Folge verschiedener Dichte oder verschiedener Verteilung von Farinose und Granulose. Schließlich werden alle Körner tief schwarzblau. Mit Wasser gekocht, tritt noch Quellung ein und durch Jod rasche Blaufärbung.

5. 7%  $\text{CrO}_4\text{H}_2$ : Fast alle Körner gelb. Jod bewirkt häufig eine sehr ungleiche Verfärbung; viele Körner werden dadurch wie bei Nr. 4 erst fleckig. Zuletzt werden viele schwarzblau, ein kleinerer Teil dunkelbraun, rotbraun oder violettbraun.

Mit Wasser gekocht, verquellen nicht mehr sämtliche Körner, auch wird jetzt nur ein Teil derselben mit Jod blau, etwa die Hälfte wird braun oder schwarzbraun.

Es beginnt somit bei der 7%-Säure ein energischeres Eindringen derselben zwischen die Stärkemizellen der Erbse.

## f) Kartoffelstärke.

Die verwendete Rohstärke enthielt neben den mittleren und kleinen Körnern solche von 75—100  $\mu$  Länge und 45—65  $\mu$  Breite. Neben den intakten normalen fanden sich nicht wenige mechanisch beschädigt oder durch Fäulnisorganismen angegriffen.

1. Mit 1%  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  erschienen die Schichtungen nach 24 Stunden im allgemeinen deutlicher als bei der unbehandelten. Der Kern ist da und dort pferdeschweifartig strahlig gelockert, auch gekreuztspaltig oder kurz radialrissig. Die Körner selbst sind farblos. Mit Jodlösung werden 1—2% rötlich-violett, alle übrigen schwarzblau. Die größten einer Probe sind 50—65  $\mu$  dick, 90  $\mu$  lang.

Mit Wasser gekocht, findet keine Verkleisterung, wohl aber starke Quellung statt auf 150—210  $\mu$  Länge und 100—150  $\mu$  Breite, wobei sämtliche Körner scharf umschrieben und voneinander getrennt, nicht verklebt sind. Jod färbt jetzt alle blau und schwarzblau.

## 52 Harz, Amylum, Amylodextrin u. Erythrodextrin in ihrem Verhalten etc.

2. Mit je 1% Chromschwefelsäure werden die Körner blaßgräubläulich; Jod färbt über 50% schwarzblau, die übrigen teils gelb, teils hellbraun. Mit Wasser gekocht, quellen sie bis 75—105  $\mu$  br. und 135—157  $\mu$  l. auf, ohne zu verkleistern und ohne sich zu verzerren; sie zeigen im Innern eine große, oft sternförmige und radiärstrahlige Höhlung.

3. 2%  $H_2CrO_4$ : Dieselben Erscheinungen wie bei 1; alle Körner sind farblos. Jodlösung färbt etwa 10% braun, rotbraun und braunviolett, die übrigen ca. 90% schwarzblau. Größte Körner ca. 60 : 90  $\mu$ . Mit Wasser gekocht, tritt geringere Quellung ein, als bei 1; die größten Körner sind 40—60  $\mu$  br. und 120—150  $\mu$  l. geworden; Jod färbt alle schwarzblau.

[Nach 14tägiger Einwirkung sind alle Körner weißlichgelb bis intensivgoldgelb; etwa 20% der Körner werden durch Jod geжелbt, kaum 5% schwarzblau, die meisten braun und rotbraun. Die Schichtungen sind häufig sehr deutlich.]

4. 2% Chromschwefelsäure: Es werden die blaugrauen bis grüngrauen Körner mit Jod fast in gleicher Zahl gelb, rotbraun, blau und schwarzblau.

Beim Kochen mit Wasser quellen sie auf 75—105  $\mu$  br. und 135—161  $\mu$  l. Fast alle zeigen die oben angeführte sternförmige, große Kernhöhle bei nicht verzerrten Umrissen, trotz der teilweise bedeutenden Quellung. Jod färbt fast alle schwarzblau.

5. 3%  $H_2CrO_4$ : Die vom Kern ausgehende Schweifbildung und Radiärrisse sehr zahlreich; Schichtungen meist sehr scharf. Viele Körner geжелbt.

Mit Jodlösung bleiben wenige Körner gelb, viele werden braun, gelbbraun, violettbraun und dunkelbraun; etwa 70% blau und schwarzblau.

Beim Kochen mit Wasser tritt noch Quellung ein auf 40—65  $\mu$  br., 120—150  $\mu$  l. Jodlösung färbt nahezu alle sofort schwarzblau, ein kleiner Bruchteil erscheint violett bis rot- und braunviolett.

[Nach 14tägiger Einwirkung der 3% Säure sind alle Körner gelblich bis intensiv gelb, die kleinsten meist blasser, die größten dunkler; Schichtungen und Kern oft sehr schön. Mit Jod färben sich nur mehr wenige schwarzblau, etwa  $\frac{1}{5}$  gelb, die größere Anzahl rotbraun.]

6. 3% Chromschwefelsäure: Die blaugrünen bis grünlichgrauen Körner zeigen oft sehr deutliche Schichtung und häufige Pferdeschweifbildung im Innern. Jod färbt etwa 10% blau und schwarzblau, die meisten sind gelb, gelbbraun und rotbraun.

Kochendes Wasser läßt die größten auf 90—115  $\mu$  br. und 120—164  $\mu$  l. aufquellen, wobei die Umrisse scharf und klar, sowie unverzerrt bleiben. Jod färbt fast alle blau und schwarzblau, nur vereinzelte werden rotbraun und braun.



7. 4 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Etwa 10 % der Körner sind gelb. Mit Jod bleiben manche gelb, viele verfärben sich lila, andere gelbbraun, grünlich, braun und dunkelbraun, etwa 50—60 % werden schwarzblau.

Beim Kochen mit Wasser erfolgt Quellung auf  $140\text{--}150\ \mu$  l. und  $45\text{--}70\ \mu$  br. In fast allen Körnern ist eine oft  $20\text{--}50\ \mu$  weite sternförmige Kernhöhle vorhanden. Jod färbt etwa 12 % der Körner rot-, braun- oder gelblich-violett, die übrigen schwarzblau.

[Nach 14tägiger Einwirkung sind sämtliche Körner der Form nach unverändert, goldgelb. Jodlösung färbt etwa 25 % rotbraun bis dunkelbraun, in 75 % bleiben unverändert goldgelb. Kern und Schichtungen oft nicht mehr erkennbar.]

8. 4 % Chromschwefelsäure: Körner grünlichgrau bis blaßgrau, Kern oft rissig und spaltenförmig, Schichtungen oft sehr deutlich. Äußerlich keine wesentliche Veränderung zu sehen.

Mit Jod werden ca. 8—10 % blau und schwarzblau, die Mehrzahl erscheint gelb oder gelbbraun bis rotbraun.

Beim Kochen mit Wasser scheint keine Quellung mehr einzutreten. Kernhöhle wie bei 7.

9. 5 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : ca.  $\frac{1}{4}$  der Körner sind gelb und grünlichgelb; die meisten größeren sind sehr schön geschichtet. Schweifbildung und Kernrisse kaum zahlreicher als bei der Einwirkung der 3 % Säure. Mit Jod färben sich etwa 40—50 % schwarzblau, die übrigen oliv, braun, gelbbraun und dunkelbraun, kaum 1 % bleibt goldgelb.

Beim Kochen mit Wasser tritt bei fast allen Körnern die große sternförmige Höhlung auf; die ansehnlichsten Körner sind  $135\text{--}150\ \mu$  l. Quellung ist kaum bemerkbar. Mit Jod färben sich die meisten schwarzblau, ein geringer Teil wird braun und gelbbraun.

[Nach 14tägiger Einwirkung der  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  sind alle Körner gelb oder gelbbraun, Schichtung und Kern meist schwierig erkennbar. Jodlösung färbt ca. 20—25 % rotbraun, die übrigen bleiben gelb.]

10. 5 % Chromschwefelsäure: Körner blaugrau bis grünlichgrau, im Innern oft mit großer, strahlig-rissiger und sternförmiger Höhlung, Schichtung oft sehr deutlich. Jod färbt wenige blau und schwarzblau, fast alle erscheinen gelb, gelbbraun und rotbraun.

Mit Wasser gekocht, quellen sie nicht mehr; ich fand die Körner  $60\text{--}67\ \mu$  D.,  $84\text{--}97\ \mu$  l. Im Innern ist überall die oben mehrfach bezeichnete Sternhöhle vorhanden.

11. 6 %  $\text{CrO}_4\text{H}_2$ : ca. 50 % der Körner sind grünlichgelb und gelb geworden. Die Lockerung des Innern nebst Pferdeschweifbildung oft sehr deutlich. Nach der Jodbehandlung erscheinen etwa 50 % der Körner gelb, gelbbraun, braun und rotbraun, die übrigen violett, blau und schwarzblau.

## 54 Harz, Amylum, Amylodextrin u. Erythrodextrin in ihrem Verhalten etc.

Kochendes Wasser bewirkt keine Quellung, in fast allen Körnern tritt die bekannte große Sternhöhle auf; mit Jod verfärben sich ca. 50 % schwarz und schwarzblau, die übrigen sind gelb, gelbbraun, braun bis braun- und rotviolett.

12. 6 % Chromschwefelsäure: Körner blaugrau bis grünlichblaugrau; viele sind hell und durchscheinend geworden. Schichtung oft sehr deutlich. Nach der Jodbehandlung erscheinen fast alle gelb und gelbbraun bis rotbraun, wenige blau und schwarzblau.

Mit Wasser gekocht, zeigt sich keine Verquellung, die größten Körner sind 60—90  $\mu$  br. und 110—150  $\mu$  l. Höhlung im Innern wie bei 5 %.

13. 7 %  $\text{CrO}_4\text{H}_2$ : Fast alle großen und mittelgroßen Körner gelb und grünlichgelb gefärbt. Kern öfters gelockert und erweitert; Jod färbt ca. 25 % violett, blau bis schwarzblau, der Rest ist gelb, gelbbraun, braun und oliv bis schwarzbraun.

Mit Wasser gekocht, zeigen die meisten Körner eine blaßgelbliche Färbung, ohne jede Spur von Quellung. Jod färbt nur einen geringen Teil schwarzblau, die übrigen sind lila, violett, braun, oliv und gelb.

[Nach 14tägiger Einwirkung der 7 % Säure sind die Körner gelb bis gelb- und rotbraun, besitzen im Innern eine große Höhlung. Jodlösung bewirkt keine wesentliche Farbenveränderung.]

14. 7 % Chromschwefelsäure: Körner blaugrau bis grünlichgrau, im Innern mit großer sternförmiger Höhlung; es dürften schätzungsweise ca. 10 % der Substanz verloren gegangen sein. Jod färbt fast alle Körner gelb und gelbbraun, eine geringe Anzahl blau und blauschwarz.

Mit Wasser gekocht, ist keine Quellung bemerkbar

15. 10 %  $\text{CrO}_4\text{H}_2$ : Produkt olivbraun. Unter dem Mikroskop erscheinen alle Körner gelb bis grünlichgelb. Mit Jod bleiben die meisten gelb oder werden gelbbraun, nur etwa 1—2 % färben sich blaugrau. Kern wenig erweitert, Schichtungen oft sehr deutlich.

Mit Wasser gekocht, keine Quellung, im Filtrat keine Verfärbung durch Jod. Die Körner mit weiter, großer Höhlung, nicht gequollen; Jod färbt fast alle tief rotbraun.

16. 10 % Chromschwefelsäure: Produkt blaß lilafarbig. Die Körner sind unter dem Mikroskop bläulich weiß, Umriss normal, Schichtung oft sehr klar, Kern oft erweitert, sternförmig, rissig und pferdeschweifartig. Jod färbt die meisten gelb und gelbbraun, etwa 20 % werden blau, blaugrau, grau violett bis schwarzblau.

Mit Wasser gekocht, werden sämtliche Körner durch Jod gelbbraun bis rotbraun; das Filtrat wird durch Jodlösung gelbbraun bis rotbraun gefärbt.

17. 15 %  $\text{CrO}_4\text{H}_2$ : Produkt chromgrün; unter dem Mikroskop sind die Körner blaß- bis dunkelgelb, oft sehr schön geschichtet; ihr Kern vielfach stark angegriffen und granuliert, ausgehöhlt



rissig und strahlig. Mit Jodlösung werden ca. 70—80 % goldgelb, wenige oliv und braunviolett, der Rest blau. Nach dem Aufkochen mit Wasser keine Quellung, mit Jod im Filtrat schwache Rötung, während ca. 90 % der Körner rotgelb. der Rest dunkelbraun wird.

18. 15 % Chromschwefelsäure: Produkt lilafarbig, in Wasser sich nicht leicht verteilend. Ein großer Teil der Körner zerfällt in Fragmente, oder er wird oxydiert, zerstört gelöst; der Rest zeigt bei teilweise wohl erhaltener Form im Innern Höhlungen, Risse und Zerklüftungen mannigfaltigster Art. Mit Jod färben sich einige wenige noch violett, die meisten rotbraun und gelbbraun; nicht wenige zeigen den peripherischen Teil des Kornes gelb, den innern dunkelviolett bis rotviolett.

Mit Wasser gekocht, entsteht im Filtrat durch Jodlösung keine Färbung. Das lilafarbige Produkt verteilt sich schwer in Wasser und zeigt neben strukturlosen Trümmern noch zahlreiche, in den Umrissen wohlerhaltene Körner, welche aber insgesamt innen ausgehöhlt und mannigfaltig rissig sind. Durch Jodlösung werden sie gelb, gelbbraun bis braun und rotviolett.

19. 20 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Produkt olivgrün. Alle Körner erscheinen unter dem Mikroskop blaßgrünlichgelb; sie sind in Form und Größe wohl erhalten und zeigen vielfach schöne Schichtungen. Im Innern sind sie stark ausgehöhlt, rissig, granuliert. Jod färbt nur noch vereinzelte kaum 1 % oliv oder grünlichblau, alle übrigen sind goldgelb.

Mit Wasser aufgeköcht, findet keinerlei Quellung der jetzt blaßgrünen Körner statt, die durch Jod gelbbraune bis rotbraune Färbung annehmen. Die inneren Höhlungen, Risse, Granulationen sind noch schärfer als vor dem Aufkochen sichtbar. In dem Filtrat gibt Jod keine Reaktion.

20. 20 % Chromschwefelsäure: Produkt lilafarben. Die Körner sind stark ausgehöhlt, geschichtet, oft zertrümmert oder schalig zerklüftet, stellen meist einen mit großer Höhlung versehenen Schlauch dar. Mit Jod wurden sie blauviolett, rotviolett oder rotbraun gefärbt, wobei nicht selten eine farblose äußere Schicht das Innere umfaßt.

Mit Wasser gekocht, tritt keine Quellung ein. Das Filtrat wird durch Jod indigoblau; die Körner, in den Umrissen wohl erhalten, werden z. T. im Innern rot, rotbraun oder violett, während sie außen meist farblos sind; die Mehrzahl färbt sich hell- und dunkelblau.

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich, daß zunächst nicht nur die verschiedenen Stärkearten sich gegen die Chromsäure ungleich verhalten, sondern daß auch die Stärkekörner einer und derselben Sorte ein sehr voneinander abweichendes Verhalten zeigen. Die einen haben ihre Moleküle und Mizellen dichter, die anderen lockerer aufgebaut, die einen mögen auch mehr oder weniger Granulose enthalten als die andern.

Es wird hierdurch die von mir schon früher geäußerte Ansicht wiederum bestätigt, daß die Stärkearten sich nicht so gleichartig wie andere organische Substanzen: Glykose, Laevulose, Glykogen, Inulin und dergl. verhalten, daß vielmehr jedes einzelne Korn innerhalb gewisser Grenzen sich physikalisch von einem anderen, selbst des gleichen Pflanzenorgans, unterscheiden kann. Daher rührt es auch, daß verschiedene Stärkearten verschiedene Jodmengen binden, und daß dieser Unterschied durch Verkleisterung mehr oder weniger wieder ausgeglichen wird.<sup>1)</sup>

Aus demselben Grunde widersprechen sich auch häufig die Angaben über die Quellungs- und Verkleistungstemperaturen der Stärkearten, weil eben die dichteren Körner derselben Stärkeart oft um 5 und mehr Celsiusgrade zum Quellen verlangen, als die lockeren. Reisstärke z. B. verkleistert nach Lippmann bei 58,7° C bis 61,2° C, nach Dafert<sup>2)</sup> jedoch erst bei 73° C.

Ob wir es nun bei der Einwirkung der Chromsäure auf Stärke und dem Produkt, der „Chromsäurestärke“, mit einer chemischen Verbindung oder, wie bei der Jodstärke, nur mit einer Art von Mischung zu tun haben, muß zur Entscheidung der Chemie überlassen bleiben.

Herr Dr. W. Siebert in dem bekannten Wittsteinschen Laboratorium, dahier, fand für die obige neue Verbindung, gewonnen aus Kartoffelstärke mit 20 % Chromsäure:

Chromoxyd: 14,21 %,  
Stärke: 85,79 %.

Aus diesen erhaltenen Werten berechnet sich nach ihm ein Verhältnis von Chromoxyd ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) zur Stärke wie 1 : 5,7, sodaß für die vorliegende Verbindung die Formel  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_6\text{Cr}_2\text{O}_3$  angenommen werden muß.

## II. Amylodextrin oder lösliche Stärke.

Dieses, man kann sagen, erste Abbauprodukt der Stärke stellte zuerst Lintner<sup>3)</sup> aus Kartoffelstärke mittels 7,5—7,8 % Salzsäure dar. Dasselbe geht mit Chromsäure gleichfalls Verbindungen ein, die erst grau, dann violett, braun und zuletzt goldgelb gefärbt sind. Jod färbt diese, entsprechend den stattgefundenen Einwirkungen, erst rot, dann violettbraun bis oliv und dunkelbraun. Die gelbe Verbindung erleidet durch Jod gleich der Chromstärke keine Farbenveränderung.

1. 5 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Wenige Körner<sup>4)</sup> werden mit Jod gelb, viele sind rot, rotviolett und rotbraun bis dunkelbraun. Durch

<sup>1)</sup> Harz, C. O., Über Jodstärke. („Alkohol“. Allgem. Zeitschr. etc. 1898. Nr. 8.)

<sup>2)</sup> In Arth. Meyer, Untersuchungen über die Stärkekörner. 1895. S. 134.

<sup>3)</sup> Lintner, K. Journ. f. prakt. Chem. Bd. 34. S. 378. 1886.

<sup>4)</sup> Lintners Amylodextrin unterscheidet sich unter dem Mikroskop nach Form, Kern, Schichtung nicht von der gewöhnlichen Kartoffelstärke; es ist leicht löslich in heißem Wasser. Die Lösung fluoresziert blau, ähnlich einer Chininsulfatlösung.



Harz, Amylum, Amylodextrin u. Erythroextrin in ihrem Verhalten etc. 57

Kochen mit Wasser findet weder Lösung noch Quellung statt. Die wassergekochten Körner werden fast alle durch Jod schwarzblau gefärbt, ein kleiner Rest erscheint gelb und gelbbraun.

2) 5 % Chromschwefelsäure bewirkt bei unveränderter Form Gelbung und Gelbbraunung durch Jod fast aller Körner; nur wenige, etwa 0,5 %, sind dunkelbraun und vereinzelte schwarzblau.

Wassergekocht, sind sie weder gequollen noch gelöst und werden durch Jod (ausgenommen wenige gelbe) schwarzblau gefärbt.

3. 7 %  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ : Fast wie bei der 3 % Säure.

4. 7 % Chromschwefelsäure: Durch Jod werden fast alle Körner gelb und gelbbraun; im Innern des Kernes zeigt sich meist ein linienförmiger, oft granulierter oder wolkiger Streifen.

Mit kochendem Wasser behalten die Körner im allgemeinen ihre Form bei, aber sie sind etwas erweicht, gestreckter und häufig mehr oder weniger unter sich verklebt, manchmal auch etwas zerflossen. Jod färbt sie braun und gelbbraun bis gelb.

5. 10%  $\text{CrO}_4\text{H}_2$ : Fast alle Körner sind nach Jodzusatz braun, violett und violettrot; gelb und gelbbraune finden sich nicht wesentlich mehr als bei der Behandlung mit der 5% Säure.

Mit Wasser gekocht, findet weder Quellung noch Lösung statt. Jod färbt (die wenigen gelben und gelbbraunen ausgenommen) fast alle Körner schwarzblau.

6. 10 % Chromschwefelsäure: Etwa 25—40 % der Körner zeigen noch unveränderte Umrisse, die übrigen sind zum Teil etwas zerflossen; Schichtungen nicht zu erkennen; das ganze Korn ist scheinbar homogen geworden. Jod färbt alle gelb- und rotbraun.

Mit Wasser gekocht, zerfließt wohl über die Hälfte der Körner, ein Teil derselben löst oder verteilt sich im Wasser, ein Rest behält nahezu die ursprüngliche Gestalt bei. Alle Körner sind der Länge oder der Breite nach hell- und dunkelstreifig, namentlich häufig ist die Mediane stark aufgehellt.

Diese Versuche zeigen, daß auch das Amylodextrin mit  $\text{H}_2\text{CrO}_4$  eine unlösliche Verbindung bilden kann und es gleich der normalen Stärke keine einheitliche, sondern eine wohl noch aus einigen Arten hochmolekularer Gruppen bestehende Substanz darstellt, die sich namentlich durch verschieden dichte Molekularstruktur voneinander unterscheiden.

### III. Erythroextrin II. $\beta$ Lintner.

Dargestellt aus Kartoffelstärke mittels 5 % Salzsäure in Alkohol von 98 %; nachher mit Alkohol ausgewaschen.

Die Körner sind zum Teil schön geschichtet, meist aber scheinbar homogen mit gewöhnlich stark vergrößertem Kern, dieser häufig spaltenförmig, einfach oder doppelt gekreuzt rissig. In warmem Wasser leicht löslich. Durch Schütteln mit kaltem

58 Harz, Amylum, Amylodextrin u. Erythrodextrin in ihrem Verhalten etc.

Wasser werden die Körner rissig, zerfallen in Fragmente und lösen sich schließlich auf.

Jodlösung färbt sie dunkelbraunrot.

1. 5 %  $\text{CrO}_4\text{H}_2$ : Körner blaßgrünlich bis graugelblich, vielfach rissig und zertrümmert, werden durch Jod gelbrötlich bis gelbbraun.

Mit Wasser gekocht, löst sich ein Teil, nur wenige Körner bleiben intakt in den Umrissen, viele sind halb zerflossen.

2. 10%  $\text{CrO}_4\text{H}_2$ : Körner grüngelblichgrau, größtenteils scheinbar intakt, teilweise zerklüftet. Jod färbt braun.

Mit Wasser gekocht, lösen sich wohl gegen 70 %, die übrigen sind zerflossen und bilden einen zähen, durch Jod sich braunfärbenden Brei.

3. 5 % Chromschwefelsäure: Körner blaßbläulichgrün, weiß längs- und querrissig. Jod färbt sie hell- bis dunkelrot. Heißes Wasser löst sie nahezu vollständig auf. Ähnlich, nur noch energischer, wirken 7 % und 10 % Chromschwefelsäure.

Es ergibt sich aus diesen Versuchen, daß auch das Erythrodextrin II.  $\beta$ . gleich dem Amylodextrin und der Stärke noch keine ganz einheitliche Substanz ist; wahrscheinlich wird erst im Achroodextrin ein gleichmäßiger beschaffenes Stärkeabbauprodukt erzielt.

---



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [BH\\_19\\_1](#)

Autor(en)/Author(s): Harz Carl (Karl) Otto

Artikel/Article: [Amylum, Amylodextrin und Erythrodextrin in ihrem Verhalten gegen Chromsäure. 45-58](#)