Die genaueste Kenntniss der Formveränderungen der Elementarorgane des Organismus muß jedenfalls der Erklärung der chemischen Veränderungen derselben vorhergehen.

*X. Ueber das Verhalten der zerriebenen Stärkekörner gegen kaltes Wasser;
von Prof. Delffs in Heidelberg.*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf.)

Die schon vor Jahren erörterte Streitfrage, ob ein Theil der Stärke in kaltem Wasser löslich sey, ist vor Kurzem von Jessen ¹⁾ wieder in Anregung gebracht worden. Derselbe bestätigt neuerdings ²⁾ die von Guérin-Varry und mir aufgestellte Behauptung, daß zerriebene Stärke an kaltes Wasser einen Bestandtheil abtritt, welcher in der Lösung, die unter dem Mikroskop keine mechanisch suspendirten Theile wahrnehmen läßt, durch Zusatz von Jod nachgewiesen werden kann. Es entsteht nämlich durch diesen Zusatz eine intensiv blaue Färbung, ohne daß man auch hier (in der blauen Lösung) weder unmittelbar, noch unter Zuziehung des Mikroskops, die geringste Spur eines Niederschlags entdecken könnte. Ungeachtet mit der Feststellung dieses Factums die endgültige Entscheidung über die im Eingang erwähnte Streitfrage gegeben zu seyn scheint, indem es sich dabei durchaus nicht um das Mehr oder Weniger des aufgelösten Stoffs handeln kann: so ist doch der in Rede stehende Versuch der Art, daß eine fehlerhafte Wiederholung desselben ³⁾ zu unrichtigen Schlussfolgerungen führen, und dadurch aufs Neue Zweifel erre-

1) Pogg. Ann. Bd. CVI, S. 497.

2) Eine frühere Bestätigung findet sich auch im Jahrb. d. Pharm. (Erste Reihe, Bd. XXX, S. 65) von Reinsch.

3) Vergl. Wicke, Pogg. Ann. Bd. CVIII, S. 359.

gen kann. Es dürfte daher gerechtfertigt erscheinen, nochmals auf diesen Gegenstand zurückzukommen, um einerseits ein genaueres Verfahren zur Bereitung der fraglichen Lösung mitzuthellen, und andererseits durch weitere Versuche über die Eigenschaften des in kaltem Wasser löslichen Stärke-Bestandtheils einen Beitrag zur Feststellung der Natur dieses Körpers zu geben.

Wenn man, um der Reinheit des Materials gewiss zu seyn, es vorziehen wird, die zu den Versuchen anzuwendende Stärke selbst darzustellen, so bietet die Kartoffelstärke vor den übrigen Varietäten den Vorzug der einfachsten und leichtesten Bereitungsweise dar. Ausserdem gehört die Kartoffelstärke bekanntlich zu den grobkörnigsten Varietäten, und läßt sich aus diesem Grunde leichter, als die feinkörnigen, zerreiben. Aus diesen Gründen beziehen sich die nachfolgenden Versuche zunächst nur auf die Kartoffelstärke, obgleich, bis das Gegentheil bewiesen ist, wohl angenommen werden darf, daß das, was von der Kartoffelstärke gilt, auch auf die übrigen Varietäten des Stärkmehls Anwendung findet.

Das mühsame Geschäft des Zerreibens wird dadurch bedeutend abgekürzt, daß man die Stärke mit Quarzsand mengt. Wendet man statt dessen bloß unglasirte Reibschalen von Porcellan an, so bemerkt man sehr bald, daß die Stärke in hohem Grade die Eigenschaft eines Polirpulvers besitzt, indem Reibschale und Pistill nach kurzer Zeit eine glatte, glänzende Oberfläche annehmen, die dann begreiflicher Weise zum Zerreißen der Stärkekörner weniger geeignet ist. Ferner ist es zweckdienlich, so viel kaltes Wasser zuzusetzen, daß das Ganze einen ziemlich dünnflüssigen Brei bildet. Trotz dieser Kunstgriffe wird man finden, daß, wenn man auch nur mit verhältnißmäßig geringen Stärkemehlmenge arbeitet, selbst nach stundenlangem Reiben immer noch ein großer Theil der Körnchen unversehrt ist. Es ist daher leicht begreiflich, daß die Menge des vom kalten Wasser aufgenommenen Stoffs um so geringer ausfallen muß, je weniger Geduld auf das

Geschäft des Zerreibens verwendet wurde, denn die äusseren Stärkmehlschichten hindern die Einwirkung des Wassers auf den eingeschlossenen löslichen Bestandtheil. Wäre dieß nicht der Fall, so könnte die zerriebene Stärke Nichts enthalten, das in kaltem Wasser löslich wäre, weil bekanntlich zu dem Schlemmproceß, auf welchem die Darstellung der Kartoffelstärke beruht, verhältnißmäfsig grofse Wassermengen erforderlich sind.

Wird die hinlänglich zerriebene Stärke mit Wasser verdünnt und unmittelbar auf das Filter gebracht, so fließt eine schwach milchige Flüssigkeit durch, und die Poren des Filters verstopfen sich sehr bald durch die in kaltem Wasser unlöslichen Stärkefragmente in solchem Grade, dafs das Filtriren sich sehr schnell verlangsamt und fast ganz aufhört, ehe noch der gröfste Theil der Flüssigkeit abgelaufen ist. Um daher eine *völlig wasserklare* Flüssigkeit zu bekommen, und zugleich die zum Filtriren erforderliche Zeit abzukürzen, ist es nöthig, dafs man den zerriebenen und mit Wasser verdünnten Stärkebrei, bevor man denselben auf das Filter bringt, vierundzwanzig Stunden der Ruhe überläßt, und die über den abgelagerten Stärkefragmenten stehende, geklärte Flüssigkeit durch Abgiefsen oder besser mit Hülfe eines Hebers absondert. Filtrirt man die so erhaltene Flüssigkeit zu weiterer Vorsicht nochmals durch schwedisches, vorher angefeuchtetes Filtrirpapier, so erhält man ein vollkommen klares Liquidum, in dem sich auch unter dem Mikroskop nicht das Geringste entdecken läßt, welches dem Verdacht, dafs man nicht mit einem wirklich gelösten, sondern mit einem aufgeschwemmten Stoff zu thun habe, Raum geben könnte. – Mit einer solchen vollkommen wasserhellen Lösung, wie ausdrücklich hervorgehoben werden mag, sind alle nachfolgenden Versuche angestellt. Uebrigens erfolgen die Reactionen, von denen sogleich die Rede seyn wird, ohne merklichen Unterschied auch mit der milchigen Lösung, welche man unmittelbar durch Filtriren des zerriebenen und mit Wasser verdünnten Stärkebreis erhält, und ein auch nur wenig geübtes Auge wird

leicht erkennen, daß diese Reactionen nicht durch die beigemengten Spuren eines suspendirten Körpers bedingt werden, wie denn auch Eiweißlösungen, welche nicht ganz klar sind, gleichwohl keinen Zweifel darüber gestatten, daß die in demselben entstehenden Reactionen von einem wirklich gelösten Stoff herrühren.

Bei der Prüfung der auf die angegebene Weise gewonnenen Lösung durch Reagentien wurde von folgender Betrachtung ausgegangen. In Betreff der Zusammensetzung der Stärke liegen so zahlreiche und von so glaubwürdigen Auctoritäten herrührende Analysen vor, welche übereinstimmend zu der Formel $C^6H^5O^5$, als einfachstem Ausdruck für die relative Menge der darin enthaltenen Elemente, führen, daß diese Formel (oder ein Multiplum derselben) als vollkommen festgestellt betrachtet werden darf. Wenn gleichwohl die Stärke ein *mechanisches* Gemenge von einem in Wasser löslichen und einem unlöslichen Bestandtheil ist, zwischen deren relativer Menge also kein unveränderliches Verhältniß vorausgesetzt werden darf, so ist die constante Zusammensetzung der Stärke, welche durch die Analysen festgestellt ist, nur unter der Annahme begreiflich, daß jene beiden Bestandtheile der Stärke ein und dieselbe Elementar-Zusammensetzung besitzen, welche in der obigen Formel $C^6H^5O^5$ ihren einfachsten Ausdruck findet. Da nun unter den Kohlenhydraten nur diejenigen dieser Formel entsprechen und zugleich in kaltem Wasser löslich sind, welche unter dem Collectivnamen *Gummi* oder *Dextrin* zusammengefaßt werden, so liegt die Vermuthung nahe, daß der in kaltem Wasser lösliche Bestandtheil der Stärke entweder eine neue Varietät dieser Stoffe bilde, oder mit einer bereits bekannten Varietät derselben zusammenfalle.

Unter Dextrin versteht man bekanntlich einen Stoff, der aus Stärke theils durch Einwirkung von Malzauszug, theils durch Behandlung mit verdünnten Säuren, theils endlich durch bloßes Erhitzen erzeugt werden kann, und war dabei bisher der Ansicht, daß die Auswahl einer der drei Bil-

ungswege ohne wesentlichen Einfluß auf die Beschaffenheit des erzeugten Dextrins sey. Vor Kurzem hat indessen Mulder ¹⁾ gezeigt, daß letztere Annahme unrichtig ist, und daß vielmehr, je nach der Entstehungsweise, drei verschiedene Dextrin-Arten zu unterscheiden sind, und daß namentlich das Verhalten derselben gegen Iodlösung, basisch essigsaures Bleioxyd, Barytwasser, salpetersaures Quecksilberoxydul, Kupferprobelösung und Goldchlorid geeignet ist, diesen Unterschied festzustellen. Es war daher von besonderem Interesse, das Verhalten des in kaltem Wasser löslichen Bestandtheiles der Stärke gegen die genannten Reagentien kennen zu lernen, um dadurch der Beantwortung der Frage näher zu kommen, ob dieser Bestandtheil mit einer jener drei Dextrin-Arten zusammenfalle, oder nicht.

Der in kaltem Wasser lösliche Bestandtheil der Stärke verhält sich gegen die genannten Reagentien, wie folgt:

Eine verdünnte Lösung von *Iod* in Iodwasserstoffsäure erzeugt eine intensiv blaue Färbung, welche ähnlich, wie dieß bei der mit heißem Wasser bereiteten Stärkelösung der Fall ist, beim Erhitzen der Flüssigkeit verschwindet und beim Erkalten wieder zum Vorschein kommt. In der völlig klaren blauen Lösung läßt sich mit Hülfe des Mikroskops keine Spur eines Niederschlages entdecken, auch kann dieselbe tagelang stehen, ohne den geringsten Absatz zu bilden.

Basisch essigsaures Bleioxyd oder neutrales essigsaures Bleioxyd, unter Zusatz eines Tropfens Ammoniak, bewirkt einen voluminösen weißen Niederschlag, wie dieß in ähnlicher Weise bei Gummilösungen der Fall ist. Neutrales essigsaures Bleioxyd für sich allein verursacht keine Fällung.

Barytwasser bewirkt ebenfalls einen voluminösen weißen Niederschlag.

Salpetersaures Quecksilberoxydul erzeugt keine sichtbare Veränderung.

Kupferprobelösung, nach Fehling's Verfahren bereitet, wird beim Erwärmen reducirt.

1) *Chemic des Bieres* S. 170 ff.

Goldchlorid,

Eisenchlorid und

Schwefelsaures Kupferoryd bewirken keine Niederschläge.

Alkohol erzeugt bei hinlänglichem Zusatz eine starke Trübung, welche lange in Suspension bleibt, ähnlich wie dieß bei Gummi- und Dextrin-Lösungen der Fall ist.

Um das Verhalten des in Rede stehenden Körpers mit den von Mulder unterschiedenen Dextrinarten leichter vergleichen zu können, diene folgende Zusammenstellung, in welcher I. das durch Malzauszug, II. das durch Schwefelsäure, und III. das durch Rösten erzeugte Dextrin bezeichnet, während unter IV. der in kaltem Wasser lösliche Bestandtheil der Stärke zu verstehen ist:

	I.	II.	III.	IV.
	keine	blaue	blaue	blaue
Iodlösung	Färbung.	Färbung.	Färbung.	Färbung.
	weißer	kein	kein	weißer
Bleiessig	Niedersch.	Niedersch.	Niedersch.	Niedersch.
	kein	kein	weißer	weißer
Barytwasser	Niedersch.	Niedersch.	Niedersch.	Niedersch.
Salpeters. Queck-	weißer	kein	weißer	kein
stlberoxydul	Niedersch.	Niedersch.	Niedersch.	Niedersch.
Kupferprobe-	Reduction.	Reduction.	Reduction.	Reduction.
lösung				
	kein	kein	pfirsichrother	kein
Goldchlorid	Niedersch.	Niedersch.	Niedersch.	Niedersch.

Aus der Vergleichung der vorstehenden Reactionen geht hervor, daß der lösliche Stärkebestandtheil mit keiner der drei Dextrinarten vollständig übereinstimmt, und daher, wenn man ihn überhaupt dieser Gruppe anreihen will, als eine vierte selbstständige Art zu unterscheiden ist. Um diese Annahme zu rechtfertigen, bleibt indessen noch zu untersuchen, ob der lösliche Stärkebestandtheil durch sein Verhalten zum polarisirten Licht auf den Namen *Dextrin* Anspruch habe. Ich behalte mir vor, auf diesen Punkt zurückzukommen. Sollte ihm die Eigenschaft, die Polarisations-ebene nach Rechts abzulenken, abgehen, so würde er jedenfalls den Gummi-Arten beizuzählen seyn.

Möge es schließlic noch erlaubt seyn, einige Bemerkungen

kungen über die physiologische Bedeutung des in Rede stehenden Stoffs hinzuzufügen.

Wenn man für das s. g. Stärkekorn, da dasselbe nicht blofs ein *organischer*, sondern auch ein *organisirter* Körper ist, die allgemeine Bildungsweise dieser letzteren in Anspruch nimmt, und demgemäfs voraussetzt, dafs dasselbe durch Intussusception wachse, so mufs ein löslicher Stoff vorhanden seyn, welcher durch Endosmose, oder wie man das sonst nennen will, in die Stärkezellen eintritt, und alsdann zu Stärkesubstanz im engeren Sinne, (d. h. zu einem in kaltem Wasser unlöslichen Körper) verarbeitet wird. Da aber nicht anzunehmen ist, dafs diese Verarbeitung augenblicklich nach erfolgtem Eintritt vollendet sey, so wäre es in der That unerklärlich, wenn der aufgenommene lösliche Stoff nicht noch zum Theil in seiner ursprünglichen Form in den Stärkekörnern angetroffen werden sollte.

Zur Uebernahme der Function der Stärkebildung, sind aber keine Stoffe besser geeignet, als die Gummi- oder Dextrin-Arten, weil dieselben einerseits die erforderliche Löslichkeit besitzen, und andererseits mit der unlöslichen Stärkesubstanz isomer sind, und zu dieser Gruppe von organischen Verbindungen gehört auch, wie aus den obigen Mittheilungen hervorgeht, der lösliche Bestandtheil der Stärkekörner. Wenn daher auch die Acten über diesen Gegenstand noch nicht vollständig geschlossen sind, so dürfte es doch kaum einem Zweifel unterliegen, dafs die Bildung der unlöslichen Stärkesubstanz auf einer isomerischen Modificirung des besprochenen löslichen Stoffs beruht, und es dürfte daher keine unzweckmäfsige Bezeichnung seyn, wenn man diesen letzteren mit dem Namen *Amylogen* belegte.

Sollte die im Vorhergehenden vertheidigte Bildungsweise der Stärkekörner die richtige seyn, so bedarf es kaum der Erwähnung, dafs damit die von den Pflanzenphysiologen vielfach ventilirte Frage nach dem relativen Alter der äufseren und inneren Stärkemehlschichten erledigt seyn würde, indem die äufseren Schichten als die ältesten angesprochen werden müßten. Dieses gröfsere Alter und die dadurch

bedingte größere Dichtigkeit der äusseren Schichten würde dann auch dem Umstande, daß die *unzerriebene* Stärke ihren löslichen Inhalt nicht an kaltes Wasser abtritt, zur Erklärung dienen.

XI. *Neue secundäre Säule von grosser Wirksamkeit; von Hrn. Gaston Planté.*

(*Compt. rend. T. L, p. 640.*)

In einer früher der Akademie überreichten Notiz, wies ich darauf hin, welche Vorzüge das Blei statt des Platins bei den secundären Strömen habe, die Hr. Jacobi neuerlich zu der elektrischen Telegraphie empfohlen hat. Ein specielles Studium dieser Ströme hat mich erkennen lassen, daß die von Blei-Elektroden in gesäuertem Wasser gelieferte elektromotorische Gegenkraft ungefähr $2\frac{1}{2}$ Mal größer ist als die von platinirten Platin-Elektroden und ungefähr $6\frac{1}{2}$ Mal größer ist als die von gewöhnlichen Platinplatten. Diese elektromotorische Kraft, obwohl von Platten eines selben Metalls geliefert, ist auch viel größer als die eines Grove'schen oder Bunsen'schen Elementes, und zwar in Folge der großen Verwandtschaft des Bleihyperoxyds zum Wasserstoff, die schon von Hrn. De la Rive so glücklich bei Volta'schen Ketten benutzt worden ist. Ich finde für den Werth dieser elektromotorischen Kraft beinahe die Zahl 1,5, gegen die eines Bunsen'schen Elements = 1.

Diese Beobachtungen führten mich auf die Construction einer secundären Säule, welche, hoffe ich, den Physikern von Nutzen seyn wird. Die, welche ich die Ehre habe, der Akademie vorzuzeigen, besteht aus 9 Elementen, die eine Gesamtfläche von 10 Quadratmetern darbieten. Jedes Element besteht aus zwei langen und großen Bleiplatten