XXVIII.

Ueber den Bau und die Bestandtheile der
Kleberbläschen (Kleberkörnchen) in Berthol-
letia, deren Entwicklung in Ricinus, nebst
einigen Bemerkungen über
Amylonbläschen.

Von

O. Maschke.

(Im Auszuge aus der Botan. Zeitung. 1859. No. 49—52. *)

Ein Schnitt aus dem Kern der Bertholletiafrucht (Paränüsse — *Noces de Maranhao*) zeigt die Zellen erfüllt mit fettem Oel und einer bedeutenden Anzahl von Körnchen, die so lose eingebettet liegen, dass es zur Herstellung eines instructiven Objectes nöthig ist, den Schnitt nicht zu zart zu machen und *nicht* mit Oel zu befeuchten; letzteres ist in dem zerschnittenen Zellgewebe so reichlich vorhanden, dass es bei Anwendung eines Deckgläschen fast immer zur Einhüllung genügt. Die Mannigfaltigkeit jener Körnchen an Form und Grösse ist sehr bedeutend, aber trotz dieser Verschiedenheit erkennt man bald eine Uebereinstimmung in ihrem Bau und in ihren Reactionen; sie verändern sich z. B. durch Einwirkung des Wassers sehr stark, indem sie sich zum Teil lösen; noch leichter werden sie bis auf gewisse Theile von Ammoniak und Essigsäure aufgenommen, und Jod sowohl wie Pigmente färben (namentlich die mit Alkohol behandelten Körnchen) bis auf bestimmte Stellen intensiv etc.

Hartig, der die Eigenthümlichkeit dieser Körnchen zuerst erkannte und ihr Verhalten beschrieb (Bot. Zeitung 1855. p. 881; 1856. p. 257 etc.), bezeichnete sie mit dem Namen Klebermehlkörnchen. Er gab zur Isolirung der-

*) Hinsichtlich der Abbildungen müssen wir auf die Original-
abhandlung verweisen. D. Red.

selben eine recht zweckmässige Methode an, die im Wesentlichen mit der Darstellung der Kartoffelstärke übereinstimmt.

Ich habe mich bei vorliegender Untersuchung derselben Darstellungsweise mit nur geringer Abänderung bedient. Die Kerne wurden nämlich auf einem Reibeisen zerrieben und auf einem ausgespannten Seihetuch, von nicht zu dichter Beschaffenheit, unter fortwährendem Rühren mittelst eines Spatels, so lange mit Provencer Oel ausgewaschen, bis das Ablaufende nicht mehr stark getrübt erschien. Die Waschflüssigkeit wurde zum Absetzen bei Seite gestellt und dann das über dem Sediment stehende klare Oel vermittelst eines Hebers so vollständig, wie möglich abgezogen. Auf den Rückstand wurde nun sofort Aether gegossen und dieses nach vorhergegangenen Absetzen und Abziehen der klaren Aetherschicht so lange wiederholt, bis der auf Papier verdunstende Aether keinen Fettfleck erzeugte. Nun hätte man das in Aether suspendirte Klebermehl auf ein Filtrum giessen, den Aether abtropfen lassen und das Ganze zum Ueberfluss unter die Presse bringen können; ich zog es jedoch für meine Untersuchungen vor, den Aether schliesslich mittelst eines Hebers so viel als möglich zu beseitigen und den Rückstand in einer flachen Schale der freiwilligen Abdunstung zu überlassen; man erhält dann zwar kein Pulver, sondern (wenn der Aether nicht zu wasserhaltig war) einen zusammenhängenden, leicht zerbröckelnden Kuchen, der für die chemische Untersuchung jedoch ganz geeignet ist. Zu den mikroskopischen Untersuchungen wandte ich dagegen das noch in Aether suspendirte reine Klebermehl an, von dem ein Tropfen, mit einem Glasstabe auf das Objectglas gebracht, eine reichliche Anzahl von Körnchen darbot. Um jedoch möglichst grosse und günstige Objecte zu erhalten, wurde das Klebermehl unter Aether noch einer wiederholten Schlemmung unterworfen, eine Methode, die ich schon bei meiner Untersuchung der Weizenstärke (dies. Journ. LVI, 400) anwandte. Stehen die Kleberkörnchen einige Zeit mit dem Aether in Berührung, so nimmt ihre Löslichkeit, ihr Zerfallen in Wasser allmählich ab, und

nach längerer Zeit, z. B. einem Jahre, sind sie beinahe so unempfindlich gegen Wasser, als wären sie mit Alkohol behandelt worden.

Es ist dieses Verhältniss von grossem Vortheil für die Untersuchung unter Wasser, indem hierdurch ein Mittel gegeben ist, die Structurverhältnisse mit aller Muse zu studiren. Die Farbe des in Aether suspendirten Klebermehls ist anfangs weiss, tritt aber die Unempfindlichkeit gegen Wasser — die Coagulation ein, so erhält es einen Stich in das Bräunliche.

Was die Ausbeute anbetrifft, so beträgt diese für 100 Th. Paranüsse, die fast genau 50 Th. Kerne liefern, 5,5 Th. Klebermehl.

Der Gehalt der Paranüsse an Klebermehl ist aber jedenfalls bedeutender, da einestheils nicht alle Zellen durch das Reibeisen zerrissen, andern Theils nicht alle Kleberkörnchen durch das dickflüssige, fette Oel herausgewaschen werden; vielleicht steigt die Ausbeute schon bei Anwendung von Aether oder Benzin als Waschflüssigkeit.

I. Mikroskopische Untersuchung der entwickelten Kleberbläschen.

Unter Oel betrachtet, zeigen die isolirten geschlemmten Kleberbläschen im Allgemeinen folgende Verhältnisse:

Die äusserste wahrnehmbare Schicht des Kornes erscheint verhältnissmässig sehr schmal, bricht das Licht mit röthlichem Schimmer und scheint zum Theil die Hüllhaut des Kleberkörnchen darzustellen; von ihr umgeben ist eine Masse, die bald vollständig krystallisirt, bald nicht krystallisirt erscheint, oft aber beides zugleich ist; sie bildet die Klebermasse (Aleuronmasse) Hartig's und ist dadurch, dass sie das Licht etwas grünlich bricht, leicht von dem noch vorhandenen andern Bestandtheile, der hinsichtlich seiner Form eine fast eben so bedeutende Unregelmässigkeit als das ganze Korn selbst besitzt, zu unterscheiden. Dieser andere Bestandtheil, der Weisskern Hartig's, erscheint wiederum im röthlichen Licht und ist in die Klebermasse entweder als einzelnes grösseres Korn

oder als grössere oder kleinere Körnchen eingebettet, oder sitzt der Masse an irgend einer beliebigen Stelle auf.

Beobachtet man die durch Aether coagulirten Kleberkörnchen unter *Wasser*, so tritt zu den bezeichneten Verhältnissen noch ein anderes hinzu. Der Weisskern erscheint jetzt, vermöge starker Lichtbrechung, in seiner Peripherie meist ganz dunkel und scheidet sich dadurch scharf von einer oft ziemlich breiten, hellröthlichen Zone, die erst durch Aufquellen in dem Wasser sichtbar geworden ist. Oft findet man auch in den coagulirten Kleberkörnchen, getrennt von den Weisskernen, und mit diesen nicht zu verwechseln, bald grössere bald kleinere Kügelchen von demselben optischen Verhalten wie jene leichte Weisskern-Zone, also von röthlichem Licht.

Durch mikroskopische Betrachtung des Kleberkornes wurden also hauptsächlich folgende drei Bestandtheile unterschieden:

A. Die Hülle.

B. Die Klebermasse.

C. Der Weisskern mit seiner Zone.

A. Die Hülle des Kleberkornes.

Die schmale äusserste Schicht, die man an den Kleberkörnchen beobachtet, ist nach Aussen und Innen scharf begrenzt, lässt sich aber meistens nur bei einer gewissen Lage und Stellung im ganzen Umkreise derselben verfolgen; liegt z. B. das Object so, dass man von dem Weisskerne und der Klebermasse nur die Seitenansicht gewinnt, so sieht man in der Regel dort, wo der Weisskern sich befindet, nichts von jener schmalen äussersten Schicht. Setzt man zu coagulirten Kleberkörnchen Jod oder Pigmente, so erscheint die äusserste Schicht ebenfalls gefärbt; lässt man aber vorher Ammoniak einwirken, wodurch die Körnchen, je nach der Menge des hinzugefügten Ammoniaks, mehr oder weniger stark aufquellen, und fügt dann erst Jod oder Pigmente hinzu, so erscheint die jetzt zartere äusserste Schicht entweder nur schwach gefärbt oder farblos (was schwer zu entscheiden ist), während das Innere noch eine stark farbeanziehende Kraft besitzt. Bei

Körnchen, die im Aufquellen durch Ammoniak noch nicht zu weit vorgeschritten sind, lässt sich bei einer Prüfung durch Cochenilleauszug, durch eine ganz geringe Aenderung der Einstellung des Mikroskopes, unterhalb der äussersten Schicht noch eine sehr zarte, farblose zweite Schicht erkennen. Aehnlich wie Ammoniak, nur, wie es scheint, energischer wirkt Kupferoxydammoniak; ein späterer Zusatz von Pigmentlösung zeigt ganz deutlich, dass eine äusserste Schicht unversehrt geblieben ist, vollständig das Ansehen einer Membran angenommen hat und oft ziemlich stark contrahirt erscheint; sie färbt sich auch in diesem Falle nicht durch Cochenille, während der übrige Theil des Kornes, mit Ausschluss der Weisskerne, mehr oder weniger roth erscheint, je nachdem die zum grössten Theil verflüssigte Klebermasse entweder vollständig oder nur zum Theil herausgetreten ist; auch die zarte zweite Schicht ist an den nicht zu stark ausgedehnten Körnchen an vielen Stellen sehr scharf zu erkennen.

Behandelt man endlich *nicht* coagulirtes Klebermehl mit Wasser, so bleibt als Rückstand einer Einwirkung, die ich weiter unten ausführlich beschreiben will, eine Hülle, die Weisskerne und der in dem Kleberkorn etwa liegende Krystall; die Hülle erscheint dann in der Regel ganz unverkennbar als zarte, zuweilen sehr unregelmässig und stark contrahirte Membran, die sich auf Zusatz von Jod und Pigmenten nicht im Geringsten färbt.

Da nun aber die äusserste Schicht des Kleberkornes ursprünglich weit dicker erscheint als die nach der Behandlung mit Wasser zurückbleibende Membran, da sie ferner durch Pigmente gefärbt wird und in der Regel nicht den ganzen Umkreis des Kleberkornes einnimmt, und da endlich hinter dieser äussersten Schicht eine sehr zarte zweite Schicht beobachtet werden kann, so scheint das ganze Verhältniss nur dadurch erklärt werden zu können, dass zwischen einer äussersten Membran und einer sehr zarten zur Klebermasse gehörigen zweiten Membran noch eine dünne Lage farbeanziehender Zwischensubstanz befindlich sei, die erst durch die Einwirkung des Wassers beseitigt wird.

Es fragt sich nun vor Allem, von welcher Natur denn wohl die beobachtete äusserste Membran sei?

Ist irgend eins der in den Zellen vorkommenden verschiedenartigen Bläschen geeignet, uns in Zukunft eine klare Einsicht über die Natur ihrer Membranen zu verschaffen, so glaube ich, dass es eben das Kleberbläschen sei, dessen Inhalt man durch Anwendung von nicht zu stark wirkenden Reagentien, wie verdünntes Ammoniak und Essigsäure, fast vollständig entfernen und dadurch die Membranen selbst isoliren kann. Ich habe zuvörderst durch nachfolgende mikrochemische Untersuchung mich diesem Ziele zu nähern gesucht und bin zu dem Schlusse gelangt, dass (dies. Journ. LXXVI, 47) die Hüllhaut der Kleberbläschen mit der *Korksubstanz*, d. h. der Substanz, aus welcher, der Hauptsache nach, das Korkgewebe, die Cuticula der Pflanzen und die Schale der Kartoffeln etc. bestehen, grosse Aehnlichkeit haben.

Mitscherlich stellt in seiner Arbeit „über die Zusammensetzung der Wand der Pflanzenzelle“ (Bericht der Acad. d. Wissensch. zu Berlin 1850. p. 102 — 111; Chem. Centralblatt 1850. p. 385) als Kriterium für die Korksubstanz folgendes Verhalten auf:

„Concentrirte Schwefelsäure, welche Cellulose sogleich auflöst, wirkt erst nach sehr langer Zeit auf diese Substanz ein; dickere Zellwände widerstehen länger als dünnere; zuletzt besonders beim Erwärmen werden braun gefärbte Producte gebildet.“

„Durch Salpetersäure von 1,2 sp. Gew. wird sie noch unter dem Kochpunkte des Wassers oxydirt; zuerst schwellen die Zellen auf und das Product ist dann in Kali löslich, bald trennen sich die Zellen von einander, und durch längere Einwirkung von Salpetersäure bildet sich eine Reihe von Säuren, deren Endglieder Korksäure und Bernsteinsäure sind etc.“

Hierzu kommt nun noch nach Cramer (Vierteljahrsschrift d. naturf. Gesellsch. zu Zürich 1857; Chem. Centralblatt 1858. p. 51) die völlige Indifferenz gegen Kupferoxydammoniak. Ich kann dieses Verhalten durch besonders dazu angestellte Versuche zum Theil bestätigen; gesäu-

berte Kartoffelschalen und zarte Schnitte von Medicinpfpflanzen zeigten nach vielstündiger Einwirkung des Reagens keine optisch erkennbare Veränderung der Substanz, während schwedisches Filtrirpapier sich nach kurzer Zeit gelöst hatte. Dass die Membranen der Kleberbläschen sich in Kupferoxydammoniak nicht lösen und aufquellen ist schon mitgetheilt worden (p. 153). Werden coagulirte Kleberbläschen mit SH_2 ohne Wasserzusatz unter dem Mikroskop zusammengebracht, so schwellen dieselben stark auf, indem sie sehr durchsichtig und weich werden, während ihre Hüllhaut vollständig unversehrt bleibt; erhitzt man das Objectglas über einer Lichtflamme, so scheint der Inhalt der Bläschen theilweise auszuströmen, ohne dass eine Zerstörung der Membran zu bemerken wäre.

Ganz ähnlich verhält sich englische Schwefelsäure; das Erhitzen wurde so lange fortgesetzt, bis der theilweise herausgepresste Inhalt sich bräunlich färbte, die Membran jedoch blieb farblos, unversehrt, und schien nur in geringem Grade aufzuquellen, wenigstens nahmen ihre Linien an Schärfe ab. Mit der Zeit bildeten sich in der Flüssigkeit Krystalle, die wahrscheinlich aus der Vereinigung der Schwefelsäure mit den anorganischen Bestandtheilen der Kleberbläschen herrührten.

Nimmt man Salpetersäure von 1,2 sp. G. und bringt ohne weiteren Wasserzusatz coagulirte Kleberbläschen auf einem Objectglase damit zusammen, so färben sie sich nach längerer Zeit gelblich und werden weich, ohne dass sie sonderlich aufquellen; die in den Kleberbläschen enthaltenen Krystalle nehmen dabei ein granulöses Aussehen an; die Membranen aber bleiben selbst nach längerer Zeit unverändert. Wird das Object erwärmt, so fangen sich die Bläschen an auszudehnen; aber erst bei stärkerem Erhitzen strömt der Inhalt heraus, wobei die Membranen vorläufig unversehrt erscheinen. Wird das Erhitzen wiederholt, so fangen die Membranen an aufzuquellen und entziehen sich endlich der Beobachtung.

Erhitzt man eine grössere Quantität Klebermehl in einem Wasserbade mit Salpetersäure von 1,2 sp. G., so

erfolgt in kurzer Zeit eine gelbe Lösung, in der Flocken umherschwimmen; diese Flocken jedoch erweisen sich unter dem Mikroskope als Stückchen von dem Zellgewebe der Paränuss; von den Bläschenmembranen ist dagegen keine Spur zu entdecken.

Auch durch concentrirte Aetzkallilauge wird die Membran nicht gelöst, so wie auch durch Chlorzinkjodlösung nicht die geringste Bläuung eintritt.

Die Resultate dieser Untersuchung weisen also in der That auf Korksubstanz hin; doch sind die Reactionen keineswegs von einer solchen Beschaffenheit, dass man über jeden Zweifel erhoben wird; voraussichtlich wird nur durch ein makrochemisches Studium die Frage zu einem befriedigenden Schlusse gebracht werden können, und es erscheint, wie schon erwähnt, gerade in diesem Falle die Ausführung einer solchen makrochemischen Untersuchung mit nicht unüberwindlichen Schwierigkeiten verknüpft zu sein, namentlich da die Oxydationsproducte des Korkes durch Salpetersäure so eigenthümlicher Art sind.

Ich kann nicht unterlassen hier auf eine meiner früheren Bestimmungen über die Natur der Membran von Amylonbläschen zurückzukommen. Ich stellte (dies. Journ. LVI, 403; LXI, 1) die Behauptung auf, dass diese Membran aus Cellulose bestehe, und gelangte zu diesem Schluss durch die Erscheinungen, welche die Einwirkung von Jod und Schwefelsäure auf die durch Kochen zerplatzten Bläschen hervorrief; allein meine späteren Untersuchungen haben mir gezeigt, dass eine Bläuung durch diese Reagentien nur dann eintritt, wenn noch etwas Amylon den Membranen anklebte. Der Versuch gelingt nach einiger Uebung recht gut; Hauptsache ist, dass man nur sehr wenig Amylon nimmt, etwa so viel, dass das Wasser nur leicht getrübt erscheint, und dass man das Kochen nicht zu kurz aber auch nicht zu lange währen lässt, da im ersteren Falle nicht alles Amylon herausgespült, im letzteren aber die Membran, so zu sagen, zerkocht wird.

Die Farbe der zerplatzten und entleerten Bläschen ist auf Zusatz von Jodkalium-Jodlösung allein, bei gehörig ausgeführtem Versuch, eine sehr lichte, schmutzig-bräun-

liche; setzt man ausserdem concentrirte Schwefelsäure hinzu, so entsteht zuerst eine Contraction der Membranen unter dunkler Färbung, alsbald tritt aber eine Ausdehnung unter licht hellbrauner Färbung ein, die endlich erbleicht und ganz erlöscht, indem die Membran, ohne eine Bläue zu zeigen, fast unmerklich zergeht; klebte jedoch der Membran Amylon an, was sich durch eine stärkere schmutzig-braune, fast in leises Violett sich ziehende Färbung mit Jodkalium-Jod zu erkennen giebt, so bleibt dieses nach dem Zergehen der eigentlichen Membran als eine mehr oder weniger intensive, schön blaue Schicht zurück, die der weiteren Einwirkung der Schwefelsäure einen bedeutenden Widerstand zu bieten scheint*). Nimmt man bei dieser Prüfung einen grossen Ueberschuss von Schwefelsäure, so zerfällt die Membran, nachdem sie rothbraun geworden, sofort zu sehr kleinen Partikelchen, ohne vorher farblos zu werden.

Die Membran der Amylonbläschen scheint sich in diesem Versuche von der der Kleberbläschen durch ihre leichte Löslichkeit in Schwefelsäure zu unterscheiden, und in der That löste dieselbe Säure, welche die Membran der Kleberbläschen unversehrt liess, das ganze Amylonbläschen ohne Spur eines Rückstandes auf; allein der Gedanke ist so verlockend und liegt so nahe, dass man für alle bläschenartige Gebilde der Pflanzenzelle dieselbe Membransubstanz annimmt, eben so, wie man für die vollkommen ausgebildeten Zellen fast des ganzen Pflanzenkörpers Cellulose als Hauptschubstanz ihrer Wandung annimmt, dass man sich eher versucht fühlt, jene leichte Löslichkeit der Amy-

*) In meiner ersten Arbeit über Amylonbläschen stellte ich als Hauptunterschied des unlöslichen Amylons und der Cellulose bei der Reaction mit Jod und Schwefelsäure auf, dass ersteres sich bei seinem Blauwerden sofort verflüssigt. Das ist nur theilweise richtig! nur wo die himmelblau gewordene Stärke mit ganz concentrirter Säure in Berührung kommt, weist das Mikroskop eine Verflüssigung nach, daher bleiben die unter dem Deckgläschen entfernter liegenden Stückchen des Jodamylons unversehrt; beim Rühren und gelindem Drücken des Gläschens vereinigen und breiten sie sich zu hautartigen Stückchen aus.

lonbläschen in concentrirter Schwefelsäure einer grössern Zartheit oder einer geringeren Dichtigkeit derselben zuzuschreiben.

Die Existenz der Membran bei den Amylonbläschen lässt sich übrigens auch durch folgenden Versuch in sehr schöner und ausserordentlich leichter Weise darthun: man befeuchtet z. B. Weizenstärke mit so viel Alkohol (0,810 sp. Gew., dass dieselbe nach Auflegung des Deckgläschens vollständig von demselben bedeckt ist; alsdann fügt man einen Tropfen concentrirte Aetzkalkilösung hinzu und dann dunkle Jodkalium-Jodlösung. Nun sieht man sehr deutlich die äussere Membran von dem Inhalt aufgehoben und zwar schmutzig-bräunlich gefärbt, während der Inhalt blau erscheint; oft jedoch ist der Inhalt ganz herausgetreten. Die eingeschachtelten Membranen sind durch diesen Versuch nur selten und dann ebenfalls von schmutzig-bräunlicher Farbe zu erkennen; dagegen zeigt der in diesem Journal, LVI, 404, von mir angegebene Versuch die ineinandergeschachtelten Bläschen sehr deutlich, nur sind die Erscheinungen nach dem Obigen so zu deuten, dass nicht die eingeschachtelten Bläschenmembranen selbst die blaue Farbe erzeugen, sondern das daran haftende zum Theil nicht verflüssigte Jodamylon.

B. Die Klebermasse.

Die verschiedene Beschaffenheit der Klebermasse in den einzelnen Kleberbläschen ist schon oben erwähnt worden. Sowohl die Krystalle wie die amorphen Massen werden durch Jod und Pigmente intensiv gefärbt, doch tritt bei den letzteren die vollständige Färbung weit schneller als bei den ersteren ein, wie das leicht bei den coagulirten Kleberkörnchen zu verfolgen ist. Im Verhalten zu Wasser dagegen findet ein sehr wesentlicher Unterschied statt; die amorphen Massen lösen sich ausserordentlich leicht, während die Krystalle beinahe unverändert bleiben. Bringt man also *nicht* coagulirte Kleberkörnchen mit Wasser zusammen, so erhält man ausser den Membranen und Weisskernen auch noch die Krystalle im Rückstande. Der Vorgang hierbei ist in seinen Einzelheiten folgender:

Zuerst vergrössert sich das Korn, alsdann verflüssigt sich dasselbe theilweise und zwar *noch ehe das Wasser das Körnchen selbst erreicht hat*. Bei der Schnelligkeit, mit der das Wasser zwischen Deck- und Object-Glas eindringt, erscheint dieses kaum glaublich, doch habe ich dieses Verhalten sehr oft beobachtet, und ist ausserordentlich deutlich und bequem dann zu erkennen, wenn sich beim Hineindringen des Wassers ein Luftbläschen gebildet hat, in welchem die Objecte vor der wirklichen Berührung mit Wasser längere Zeit geschützt bleiben. Hier nun zeigt es sich unverkennbar, dass die Kleberkörnchen schon in einer bei gewöhnlicher Temperatur mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre zu erweichen und zu zerfliessen vermögen. Zuerst bildet sich eine schmale Zone einer Flüssigkeit um jedes einzelne Körnchen, die nach und nach breiter wird, das ganze Körnchen einnimmt, sich endlich verflacht und mit den nachbarlichen Massen zusammenfliesst. Von der Membran ist wegen der stark lichtbrechenden Kraft der flüssig gewordenen Masse nichts zu bemerken; *nach und nach treten aber kleine Kügelchen schwimmend in derselben auf, die später wieder verschwinden*, so dass schliesslich nichts weiter aus der verflachten Flüssigkeit hervorragt, als die Weisskerne und die etwa vorhandenen Krystalle.

Derselben Untersuchung im Innern einer Luftblase unterwarf ich Kleberkörnchen, die mehrere Monate bis zu 1 Jahre in Aether gelegen hatten; dann zerfloss allerdings nicht das ganze Korn, immer aber bildete sich eine mehr oder weniger schmale, das Licht stark brechende, flüssige Zone im Umkreise des Kornes. Jedenfalls musste dieses Verhalten also von einem Stoffe herrühren, der durch Einwirkung des Aethers sein Löslichkeitsverhältniss gegen Wasser nicht verändert hatte. Weiter unten werde ich nachweisen, dass *Rohrzucker* und *Gummi* in den Kleberkörnchen vorhanden ist, und in der That zeigen diese Stoffe, wenn man sie im gepulverten Zustande anwendet, wodurch sie eine grosse Anziehungsfläche darbieten, das vorhin beschriebene Verhalten, mag man nun den Versuch im

Grossen unter einer Glasglocke oder im Kleinen unter dem Mikroskop ausführen.

Geht der an das Deckgläschen gebrachte Wassertropfen über die Kleberkörnchen hinweg, kommt also das Körnchen direct mit Wasser in Berührung, so dehnt sich dasselbe noch stärker aus, es zerfällt aber, wenigstens in sehr vielen Fällen, nicht momentan, sondern zeigt dann ein Gewirr von schwarzen Linien, von denen es mehr oder weniger undurchsichtig gemacht wird, und nur die Stellen, welche von den grossen Weisskernen und Krystallen eingenommen werden, bleiben durchsichtig. Durch fernere Einwirkung des Wassers auf das undurchsichtig gewordene Korn treten nun folgende Erscheinungen auf: entweder zerplatzt das Korn an irgend einer Stelle seines Umkreises und es treten äusserst kleine, runde, oft aber sehr verschieden geformte Weisskernchen heraus, die mit drehender und tänzelnder Bewegung in der umgebenden Flüssigkeit schwimmen und sich nach und nach ausbreiten (zuweilen nehmen dieselben schon innerhalb des Kornes eine Bewegung an, wodurch ein fortdauerndes, seltsames Gewühl entsteht), — oder die Kleberkörnchen bleiben eine Zeit lang ohne sichtbare Veränderung, dann aber zeigt sich das, was andere Forscher vielleicht mit dem Namen Vacuolen bezeichnen würden. Die das Licht röthlich brechenden Vacuolen vergrössern sich nach und nach, pressen sich und scheinen in einander zu fliessen, alsdann nehmen sie wieder an Volumen ab, bis nichts von ihnen zu sehen ist.

Mag nun die eine oder die andere Veränderungsweise eintreten, als Endresultat der Wassereinwirkung bleibt, wie schon erwähnt, nach längerer oder kürzerer Zeit immer die Hüllhaut des Körnchen zurück, dann ein Theil der Weisskerne und endlich der etwa vorhandene Krystall.

Wir wollen nun zuvörderst untersuchen, was erstens die kleinen transitorischen Kügelchen der in einer feuchten Atmosphäre zerfliessenden Kleberkörnchen und dann was die Vacuolen zu bedeuten haben. Folgender Versuch bringt uns sehr leicht diese Kügelchen in grösseren Massen und möglichst getrennt von den übrigen Bestand-

theilen zur Erscheinung. Man lässt nämlich einen Tropfen von frisch dargestelltem in Aether suspendirtem Klebermehl mittelst eines Glasstäbchen auf das Objectglas fallen; nach der Verdunstung des Aethers bleibt ein zusammenhängender Ring von Klebermehl zurück, in dessen freie Mitte ein Tropfen Wasser gebracht wird; nun legt man das Deckgläschen darüber, stellt das Mikroskop ein und fügt endlich noch etwas Wasser an den Rand des Deckgläschen. Die Beobachtung zeigt nun, dass eine Menge von Kügelchen, die das Licht nicht sehr stark brechen, von dem äusseren Rande des Kleberringes unter lebhafter Molekularbewegung herabströmen. Die Grösse derselben, die anfangs bedeutend variirt und oft bis zur Unmessbarkeit herabsinkt, nimmt bedeutend zu, viele vereinigen sich, wie etwa Oeltröpfchen, zu grösseren, unregelmässigen, abgeflachten und dann blasser aussehenden Figuren, so dass es scheint, als besässen sie keine Membran; und doch möchte an der Existenz der letzteren, die von zartester Beschaffenheit sein mag, nicht zu zweifeln sein, weil bei der leichten Löslichkeit derselben in Wasser (wie wir gleich sehen werden) das Auftreten in gesonderten Kügelchen nicht zu erklären wäre. Man kann diese Kügelchen, welche dasselbe Aussehen, wie die eben erwähnten Gebilde haben und offenbar mit ihnen identisch sind, mit Leichtigkeit von den kleinsten Weisskörnchen (auch abgesehen von dem grösseren Lichtbrechungsvermögen der letzteren) durch einen Zusatz von Ammoniak unterscheiden, wodurch sie sofort verschwinden, während dagegen die Weisskerne unverändert zurückbleiben. Aber auch Wasser als zweiter Tropfen an den Rand des Deckgläschen gebracht, wirkt ausserordentlich energisch ein. Die zusammengeflossenen wie die noch isolirten Kügelchen erscheinen beinahe augenblicklich getüpfelt; bei den isolirt gebliebenen Kügelchen bemerkt man sehr oft nur einen Punkt. Die Punkte gehen nach und nach zu hellen, das Licht röthlich brechenden, scharf umgrenzten Erweiterungen — in Vacuolen über, und man bemerkt nun mit Ueberraschung, dass also den soeben untersuchten Kügelchen jene oben beschriebene Vacuolenbildung ihren Ur-

sprung verdankt. Die bis aufs Aeusserste ausgedehnten so merkwürdig veränderten Kügelchen verharren entweder ziemlich lange in diesem Zustande oder platzen bald; das letztere schliesse ich aus dem allmählichen Zusammen-sinken und Erblassen des Objectes, so dass nur ein matt begrenzter Ring oder kreisförmige Fläche (die Membran?) zurückbleibt. Gegen Jod und Pigmente verhalten sich die Kügelchen vor ihrer Erweiterung so wie die Klebermasse im Allgemeinen, d. h. sie färben sich nach einiger Zeit und zwar durch Cochenilleflüssigkeit intensiv roth; ihre Erweiterungen (Vacuolen) dagegen scheinen sich nicht zu färben. Wir haben also in diesen Kügelchen zwei verschiedene Substanzen zu unterscheiden, von denen die eine sich wie Proteinsubstanzen verhält, während die andere, welche zur Bildung der Erweiterungen (Vacuolen) Veranlassung giebt, der Cellulosegruppe angehören und aus löslichem Schleime (Gummi) und Zucker bestehen mag.

Es scheint nun aber, dass die ganze amorphe Klebermasse aus diesen Kügelchen zusammengesetzt ist, und ich füge noch die nicht unbegründete Vermuthung (p. 153) hinzu, dass dieser Complex von Kügelchen in jedem Kleberkorne noch von einer besondern Membran umhüllt ist, von deren Existenz wir bei der Betrachtung der Gesamthülle Andeutungen in Form jener zweiten, äusserst zarten, durch Jod und Pigmente sich nicht färbenden Schicht (p. 153) erhalten haben.

Durch Behandlung der Kleberkörnchen mit Aether oder Alkohol ändert die amorphe Klebermasse, wie schon anfangs berichtet, ihre Löslichkeit gegen Wasser, und geht dadurch offenbar in einen coagulirten Zustand über, in welchem sie auch gegen Ammoniak ihre leichte Löslichkeit eingebüsst hat.

Die Kleberkrystalle, die entweder von amorpher Klebermasse umgeben oder fast frei im Kleberkörnchen liegen, gehören dem tesseralen System an, und es hält nicht schwer, die regelmässigsten Oktaëder, Tetraëder, aber auch 6seitige Tafeln und ganz besonders spitze Rhomboëder nachzuweisen, welche letzteren offenbar dadurch aus einem

Oktaëder entstanden sind, dass zwei gegenüberliegende Oktaëderflächen durch Wachsen der sie begrenzenden übrigen Flächen verschwunden sind; nur zuweilen merkt man von jenen noch Andeutungen, indem die entstandene Spitze ein wenig abgestumpft erscheint. Auf den ersten Blick scheint es, als wenn sie, wie man es den Krystallen des regulären Systems zuschreibt, das polarisirte Licht nicht afficiren, doch findet in der That eine schwache Doppelbrechung statt, über die ich weiter unten ausführlicher berichten will.

Dass diese Krystalle wirklich organischer Natur sind und der Hauptsache nach aus einer Proteïnsubstanz bestehen, lässt sich schon unter dem Mikroskop mit grösster Wahrscheinlichkeit nachweisen, da sich dieselben auf Zusatz von Ammoniak, Kalkwasser oder Essigsäure sofort lösen und durch Jod und Pigmente, wie schon früher erwähnt, intensiv färben.

Die Unveränderlichkeit der Krystalle in kaltem Wasser ist schon besprochen worden p. 157, doch hat dieses Verhalten seine gewissen Grenzen; lässt man z. B. eine nicht zu geringe Menge Wasser einwirken, so werden die Krystalle rissig und quellen ein wenig auf, und in grossen Mengen Wasser lösen sie sich sogar nach längerer Zeit, denn lässt man sie zwischen Deck- und Object-Glas vermittelst eines Baumwollenfadens, dessen beiden Enden in Wasser tauchen, viele Tage lang mit demselben in Berührung, so ist schliesslich nichts mehr von ihnen zu entdecken. Ein Zerfallen der Krystalle in unregelmässige grössere oder kleinere Stücke habe ich nur dann beobachten können, wenn das Wasser zwischen Deck- und Object-Glas einzutrocknen begann.

Ist das Kleberkörnchen durch Maceration mit Aether oder Alkohol fast ganz unempfindlich gegen Wasser geworden, so haben die darin befindlichen Krystalle ihre Auflöslichkeit in Ammoniak dagegen noch bewahrt; sie werden nach vorhergegangener Aufquellung allerdings weit langsamer, als zuvor, aber doch endlich vollständig verflüssigt und dann herausgepresst, daher dann bei späterem Zusatz von Pigmentlösung ihr von scharfen, nach

Innen gebogenen Linien begrenzter Ort fast ganz ungefärbt bleibt; sehr deutlich kann man den ganzen Vorgang bei Anwendung von Aetzkali, das energischer als Ammoniak wirkt, beobachten.

Behandelt man coagulirte Kleberkörnchen, welche Krystalle enthalten, mit Chlorzinkjodlösung, so färbt sich vorzugsweise der Krystall gelbbraunlich; es hebt sich an der Peripherie derselben eine Schicht ab, die fast die Vorstellung einer aufgequollenen Membran erregt; die Krystallmasse erscheint dann punktirt, diese Punkte vergrössern sich und erscheinen endlich als kleine blasenförmige, das Licht röthlich brechende Räume; setzt man nun Wasser hinzu, so zieht sich in der Regel der veränderte Krystall zusammen und erscheint zuweilen als kugelförmige Masse, während die Winkel seines noch immer geradlinig begrenzten Raumes dadurch frei werden.

Eben so merkwürdig, wie die Einwirkung der Chlorzinkjodlösung ist die der Phosphorsäure auf die Krystalle der coagulirten Kleberbläschen; während das ganze Bläschen anschwillt, zeigt sich in der Mitte des Krystalles (die Lage wurde durch Rollenlassen des ganzen Bläschen festgestellt) eine durchsichtige, das Licht röthlich brechende Stelle, diese nimmt an Grösse immer mehr zu, bis endlich ein Platzen des Bläschen erfolgt.

Die beschriebenen Reactionen weisen darauf hin, dass wir es hier nicht mit einem gewöhnlichen Krystall zu thun haben, der in allen seinen Theilen aus einer und derselben Substanz besteht; man gelangt vielmehr, namentlich durch die Chlorzinkjodreaction zu der Vermuthung, dass jene Krystalle aus einem mit einer Hüllhaut versehenen Complex von kleinen Krystallen oder vielmehr von kleinen Kügelchen (Bläschen?) bestehen, deren Proteïnsubstanz krystallinische Beschaffenheit angenommen und die vielleicht in derselben Weise und aus denselben Bestandtheilen, wie die Kügelchen der amorphen Klebermasse zusammengesetzt sind.

Diese Vermuthung findet überdiess ihre Unterstützung in den Erscheinungen, welche das in Alkohol aufbewahrte Klebermehl von Ricinus gegen Ammoniak zeigt. Diese

Erscheinungen ändern sich etwas, je nachdem die Kleberbläschen vorher in Wasser aufgeweicht sind, oder nicht, und je nachdem man auf den Zusatz von Wasser nur allein Ammoniak oder Ammoniak abwechselnd mit Wasser anwendet. Fügt man also zu den Kleberbläschen, nachdem der Alkohol eben verdampft ist, Wasser hinzu und bringt dann sofort Ammoniakflüssigkeit an den Rand des Deckgläschen, so fängt jedes Bläschen an aufzuschwellen; man sieht nun unter der ersten allgemeinen Hülle noch eine zweite auftreten, von der man glauben möchte, dass auch sie sowohl den Weisskern, als die Klebermasse umschliesse, allein durch Rollenlassen der Bläschen überzeugt man sich bald, dass diese zweite Hülle die Klebermasse einschliesst und sich demnach von dieser durch Einwirkung des Ammoniak abgehoben hat. Das Volumen der Klebermasse nimmt immer mehr ab, der Rückstand bekommt endlich grosse Aehnlichkeit mit einem Protoplasten (Bot. Zeitg. 1859. p. 196), der sich im Zustande der Verjüngung befindet, bis er endlich in kleine Partikelchen zerfällt, die in Molecularbewegung gerathen und sich schliesslich vollständig lösen. Man erhält nun als Rückstand die Gesammthülle des Kleberkornes, in der ein kleineres Bläschen befindlich ist, das oft noch ziemlich deutlich die Form des von ihm vorher umschlossenen Krystalles zeigt, und zwischen beiden Bläschen liegen endlich in unversehrtem Zustande die Weisskerne. Wiederholt man den Versuch so, dass nach der Verdampfung des Alkohol ein Tropfen Wasser mindestens 10—15 Minuten mit den Kleberbläschen in Berührung gelassen wird, und fügt dann Ammoniak hinzu, so entleert das aufgequollene Kleberbläschen unter sichtbarer Contraction theilweise seinen Inhalt; die zurückbleibende Klebermasse fängt an Schichten im Umkreise zu zeigen, wodurch sie jetzt Aehnlichkeit mit einem Cytoblasten erhält. Setzt man nun Cochenilleauszug hinzu, so sieht man die Schichten sich offenbar nicht mehr gleichmässig und intensiv färben; nach längerer Einwirkung und namentlich auf Zusatz von Wasser werden die Schichten immer schmäler und enger, indem sich der cytoblastähnliche Körper immer mehr con-

trahirt; die jetzt noch erkennbaren Schichten zerfallen, wie es scheint, in Körnchen, die sich auf Zusatz von Pigmentlösung entweder gar nicht, oder sehr wenig färben; es bleibt dann nur noch das mittelste Partikelchen mit einem hellen Punkt, den man übrigens nicht selten schon an den unveränderten Kleberbläschen erkennen kann, auf einige Zeit sichtbar.

Wenn wir nun die Resultate unserer bisherigen Untersuchungen und Vermuthungen über die Gesamt-Klebermasse zusammenfassen, so hätten wir dieselbe also, als eine hüllhäutige Masse, als ein Bläschen zu betrachten, das wiederum ein zweites Bläschen umschliesst, ähnlich wie der Cytoblast den hüllhäutigen Protoblast umgiebt. Beide Bläschen enthalten den Kleber in Form von Kügelchen, die, wahrscheinlich hüllhäutiger Natur, eine Proteinsubstanz und ferner einen Stoff einschliessen, welcher wahrscheinlich zur Cellulosegruppe gehört. Die Kügelchen des ersten äussern Bläschen haben sehr häufig ihre Form beibehalten, sind aber einander so nahe gerückt, dass die von ihnen gebildete amorphe Masse durchsichtig erscheint; die Kügelchen des zweiten innern Bläschen besitzen aber sehr oft die Form von Krystallen, die in ihrer Vereinigung einen Krystall derselben Grundform hervorbringen; sie scheinen einen grössern Gehalt an Proteinsubstanz, als die amorphen Kügelchen zu besitzen, worauf die dunkelbraune Färbung hindeutet, welche bei ihnen eintritt, wenn nach der Einwirkung von Chlorzinkjodlösung noch eine dunkle Jodkalium-Jodlösung angewendet wird; ist dieses wirklich der Fall, so würde die Aehnlichkeit der Klebermasse mit einem Cytoblasten noch mehr hervortreten, da es bekannt ist, dass der Protoblast weit intensivere Proteinreactionen zeigt, als die ihn umgebende Schicht.

Weiter unten werde ich nachweisen, dass die Proteinsubstanz der Kleberbläschen hauptsächlich aus Casein bestehe; ich werde demnach in der Folge, um Verwirrungen vorzubeugen, dasjenige Bläschen, welches lediglich die amorphen und krystallinischen Caseinkügelchen und nicht die Weisskerne einschliesst, also nur einen Theil des ganzen

Kleberbläschen bildet, „*Caseinbläschen*“ nennen, und es würde demnach diese Bezeichnung mit dem in der vorliegenden Abhandlung bisher gebrauchten Ausdruck „Klebermasse“ identisch sein.

C. Der Weisskern.

Die Weisskerne sind in jedem Kleberbläschen nicht einzeln, sondern gewöhnlich in grösserer Anzahl vorhanden; bei der Betrachtung unter Oel ist dieses Verhältniss leicht zu übersehen, lässt man dagegen das Kleberbläschen in Wasser zerfallen, so werden nicht allein die grossen, sondern auch sehr kleine Weisskerne sichtbar, die sich unter lebhafter Molecularbewegung in der umgebenden Flüssigkeit verbreiten. Die Form der Weisskerne ist sehr verschieden; während die kleinsten hauptsächlich eine kreisrunde, elliptische oder geigenförmige Figur zeigen, erscheinen die grossen sehr häufig in knolligen, traubenförmigen und mannigfaltig gegliederten Gestalten. In der Regel sind die Weisskerne noch von einer Zone umgeben, und schon oben p. 151 führte ich an, dass man die Existenz derselben bei den coagulirten Kleberkörnchen durch Wasserzusatz nachweisen kann, während beim Auflösen der nicht coagulirten Körnchen keine Spur derselben zu entdecken ist, ein Beweis, dass ihr Inhalt sehr leicht in Wasser löslich sei*).

Ich hatte ferner schon mitgetheilt, dass in den coagulirten auch bald grössere, bald kleinere Kügelchen zu erkennen sind, die unter Wasser dasselbe optische Verhalten, wie die Weisskern-Zone besitzen, und dann es mir

*) Die Löslichkeit dieses Inhaltes geht auch aus folgendem Versuche hervor:

Wenn man nämlich Kleberbläschen mit *Alkohol auskocht*, dann mit Wasser bei 100° C. digerirt und sie trocknet, so zeigt sich bei der Betrachtung unter Oel, dass jeder Weisskern mit einer *dunkeln* Zone umgeben ist. Offenbar war also der Inhalt der Zone durch das Wasser entfernt worden, während des Trocknens drang atmosphärische Luft ein und diese bewirkte nun durch ihre starke Reflexion der Lichtstrahlen das Dunkelwerden der Zonen.

gelungen sei, in einem dieser Kügelchen einen sehr kleinen Körper in Molecularbewegung zu sehen.

Der Inhalt dieser Kügelchen ist also eine durch Aether nicht coagulirbare, in Wasser lösliche Substanz, und es erscheint sehr wahrscheinlich, dass sie dieselbe Zusammensetzung besitze, wie die der Weisskernzone.

Wenn nun aber der Inhalt der Zone in Aether und in Alkohol nicht löslich ist, auch seine Löslichkeit in Wasser dadurch nicht verliert, wenn ferner die makrochemische Untersuchung ausser Gummi keinen Stoff nachweist, der ein ähnliches Verhalten besitzt, so kann man mit vollem Recht schliessen, dass der Inhalt der Weisskernzone hauptsächlich aus *Gummi* bestehe; unterstützt wird diese Folgerung noch durch das Verhalten der Zone gegen Pigmentlösung, da keine oder mindestens nur eine sehr geringe Färbung (was schwer zu entscheiden ist) eintritt. Was die Bedeutung der Weisskernzone betrifft, so liegt wohl auf der Hand, dass man sie für die äusserste, natürlich von einer Membran umschlossene, umgewandelte Schicht der Weisskerne anzusehen hat.

Die Weisskerne selbst zeichnen sich nach Hartig ganz besonders aus durch ihre Unlöslichkeit in Wasser und Ammoniak, ihre Leichtlöslichkeit in Essigsäure und durch den Mangel an Farbeanziehung.

Das Letztere ist allerdings im Allgemeinen der Fall; wenn man aber Kleberbläschen auf einem Objectglase mit Ammoniak befeuchtet, das Gelöste mit Fliesspapier so viel als möglich abzieht, dann einen Tropfen Wasser hinzufügt und endlich das Deckgläschen auflegt, so bemerkt man bei Zusatz von Cochenilleauszug, dass bei einigen Weisskernen dennoch eine Röthung eingetreten ist; die Röthung ist bald sehr schwach, bald intensiv, bei einigen ist sie über die ganze Oberfläche verbreitet, während bei den traubenförmigen, vielgegliederten (zusammengesetzten) Weisskernen zuweilen nur ein einziger kleiner Theil sich färbt.

Sehr interessante Bilder erhält man, wenn man zu diesem Versuche coagulirte Kleberbläschen anwendet; da hierbei das Bläschen stark aufquillt, ohne sich dem grössern

Theile nach sofort zu lösen, so kann man die Lage, Anzahl und Beschaffenheit der Weisskerne in jedem Kleberbläschen sehr genau beobachten und diese Verhältnisse sind bei einigen von höchst überraschender Art.

Nimmt man statt Ammoniak concentrirte Kalilösung und lässt dieselbe $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde lang auf *nicht* coagulirte Kleberbläschen einwirken und verfährt dann, wie vorhin, so findet man *alle* Weisskerne mehr oder weniger roth, oder bei Anwendung von dunkler Jodkalium-Jodlösung braun gefärbt; bei einigen ist dabei eine äussere ungefärbte Schicht und ein innerer ungefärbter Kern zu sehen, während der Raum zwischen beiden roth oder braun erscheint, es ist also offenbar in den Weisskernen eine Schichtung verschiedener Stoffe vorhanden, von denen die äusserste Lage, erst wenn sie durch Alkalien aufgelockert und ihr Zusammenhang zerstört ist, für Farbstoffe permeabel ist.

Hauptbestandtheile der Weisskerne sind aber nach der weiter unten mitzutheilenden makrochemischen Untersuchung: unlöslicher Pflanzenschleim (Bassorin) und eine proteïnähnliche Substanz, es liegt demnach auf der Hand, dass der nicht farbeanziehende Pflanzenschleim es ist, der die Färbung der Weisskerne, d. h. das Hinzutreten des Farbestoffes zu jener Proteïnsubstanz verhindert. Auch bei den Weisskernen ist sicherlich eine Membran, wie sich aus den folgenden Versuchen ergibt, vorhanden, weshalb ich sie in Uebereinstimmung mit den übrigen Ausdrücken als *Schleimbläschen* bezeichnen will.

Zum Studium der Einwirkung der Säuren auf diese Bläschen isolirte ich sie durch Behandlung der Kleberbläschen mit Wasser von 50° C. und durch tüchtiges Auswaschen des Rückstandes. Bringt man nun die zurückgebliebenen Schleimbläschen mit Cochenilleflüssigkeit zusammen und fügt dann einen Tropfen Essig- oder Phosphorsäure an den Rand des Deckgläschen, so sieht man die Bläschen kleiner werden und es bleibt endlich eine stark, und zuweilen sehr unregelmässig contrahirte, nicht gefärbte Hülle und ein Theil des Inhaltes, der aber röthlich gefärbt erscheint, zurück.

Von Salpetersäure und Schwefelsäure wird der ganze Inhalt sofort gelöst; die Hülle dagegen, fast bis ins Unkenntliche contrahirt, leistet ziemlich lange Widerstand.

Durch Chlorzinklösung werden die Schleimbläschen sofort stark durchsichtig, schwellen auf und färben sich nachher gelblich; ein Theil derselben scheint zu zerplatzen und ihren Inhalt zu entleeren, wenigstens erwecken viele Objecte die Vorstellung von entleerten Schläuchen. Diejenigen Exemplare, welche bei Einwirkung der Chlorzinkjodlösung in runder Form sichtbar bleiben, zeigen im Innern eine grosse Anzahl von Kügelchen, die nicht gefärbt werden, während die zwischen ihnen liegende Masse gelb erscheint. Die Schleimbläschen zeigen in letzter Hinsicht Aehnlichkeit mit den Caseinbläschen krystallinischen Inhaltes, bei denen durch Chlorzinkjodlösung ähnliche Erscheinungen auftraten, und wie ich nun bei jenen (und auch bei den Amylonbläschen dies. Journ. LVI, 403) die innere Masse als aus sehr kleinen Kügelchen (Bläschen?) zusammengesetzt betrachte, so möchte ich in den Schleimbläschen den geschichteten, das heisst: durch Membranen geschiedenen, Inhalt gleichfalls zum Theil aus Kügelchen (Bläschen?) bestehend denken.

Eine interessante Einwirkung zeigt ferner salpetersaure Quecksilberoxydullösung. Es tritt sofort eine Ausdehnung der Bläschen ein; sie erscheinen fast alle kugelförmig, während ihre Hüllhaut in den ersten Augenblicken ausgezeichnet sichtbar wird; später umkleiden sie sich mit einem undurchsichtigen und desshalb schwärzlich erscheinenden Niederschlage, der die scharfe Beobachtung ihres Innern nicht gestattet; im Allgemeinen aber hatte der Inhalt ein grumöses Ansehen, auch konnten ab und zu kugelförmige Körperchen darin wahrgenommen werden. Setzt man, um den Niederschlag wieder zu lösen, einen Tropfen Salpetersäure hinzu, so tritt die runde Form der Schleimbläschen wieder scharf auf, bald jedoch contrahirt sich dasselbe, indem der Inhalt wahrscheinlich gelöst und herausgepresst wird, und auch die übrig bleibende Hülle fällt endlich der Zerstörung anheim.

Was nun das Verhalten der Schleimbläschen gegen

Wasser allein anbetrifft, so ist allerdings keine Lösung des Inhaltes sowohl bei gewöhnlicher Temperatur, wie bei 100° C. unter dem Mikroskop zu bemerken; auch zeigen die Bläschen keine sonstige auffallende Veränderung und selbst ein Aufquellen scheint auf den ersten Blick nicht stattzufinden, eine Eigenschaft, die wenigstens für Bassorin so ausserordentlich charakteristisch ist; allein wir werden sogleich sehen, dass eine ziemliche Anzahl derselben dennoch im hohen Grade anzuschwellen vermag.

Bringt man nämlich frisch dargestellte Kleberkörnchen mittelst eines Baumwollenfadens mehrere Stunden, oder besser mehrere Tage lang auf einem Objectglase mit Wasser in Berührung, so erscheinen fast alle diejenigen Schleimbläschen, welche ihre ursprüngliche Lage beibehalten haben, anscheinend unverändert; wenn man jedoch die Ränder des Deckgläschen untersucht, so erblickt man viele jener Gebilde, die wahrscheinlich durch die Strömung des Wassers und durch ihre Molecularbewegung dorthin geführt wurden, von einem fremdartigen Aussehen. Der Unterschied ist ein so auffallender, dass ich längere Zeit der Meinung war, die Schleimbläschen am Rande des Deckgläschen wären durch Zerplatzen der grössern Bläschen in Freiheit gesetzt worden, eine Meinung, die auch durch das Verhalten gegen polarisirtes Licht zum Theil ihre Stütze zu finden schien; allein es ist mir nicht möglich gewesen, auch nur Andeutungen eines solchen Zerplatzens zu erhalten, und bei aufmerksamer Durchsicht der verschiedenen Formen im Kleberkörnchen selbst erkennt man bald bei nicht wenigen eine Uebereinstimmung mit den Figuren, welche die Bläschen am Rande des Deckgläschen zeigen. *Dass aber eine Aufquellung bei letzteren stattgefunden, ergibt sich daraus, dass viele Bläschen ein grösseres Volumen, als die im Kleberkörnchen, ja als das Kleberkorn selbst, zeigen, dass sie ferner nun sehr gewölbte, straffe Formen und eine ausserordentlich starke Brechung des Lichtes besitzen, und dass endlich auch eine Aenderung im Verhalten gegen das polarisirte Licht eingetreten ist.*

Um in der Folge mich bequemer und schärfer ausdrücken zu können, will ich die stark aufgequollenen Bläs-

chen Bassorinbläschen nennen, während die anderen, welche sich durch ihr Nichtaufquellen und durch ihr Verhalten gegen das polarisirte Licht von jenen unterscheiden, den Namen Schleimbläschen beibehalten mögen. Die Form der Bassorinbläschen ist nicht weniger mannigfaltig, als die der Schleimbläschen. Die Vergleichung dieser verschiedenen Formen lehrt aber, dass diese nicht Folge zufälliger äusserer Einwirkung, sondern offenbar der Ausdruck eines bestimmten Entwicklungsgesetzes sind. Ich habe versucht dieses Gesetz durch möglichst folgerichtige Aneinanderreihung der beobachteten Formen festzustellen, allein es liegt auf der Hand, dass nur directe Beobachtung der Entwicklung selbst, jenes Gesetz in aller Reinheit zu erfassen und alle Irrthümer zu vermeiden vermag; vielleicht wäre es möglich, dieselbe während der Ausbildung eines grössern Organes stufenweise etwa in solcher Art zu verfolgen, wie es mir bei den Chlorophyllbläschen von *Solanum nigr.* gelang; die Bassorinbläschen sind nämlich keineswegs auf das Kleberkorn allein beschränkt; ich habe sie in dem Pollen von *Corylus* und dem Embryosack des Roggenkornes wiedergefunden und bin der Ueberzeugung, dass diese Gebilde ebenfalls eine weite Verbreitung haben müssen. Die Bassorinbläschen des Roggenkornes sind denen des Kleberkörnchens übrigens so ausserordentlich ähnlich, dass die verschiedenen Entwicklungsstadien der ersteren vollkommen die der letzteren repräsentiren.

Unter der Voraussetzung, dass die Bassorinbläschen am Anfange die Form von *Kügelchen*, oder endlich von *Stäbchen* besitzen, lassen sich meine bisherigen Beobachtungen über ihre Formwandlungen etwa folgendermaassen ausdrücken:

Das *Kügelchen* vergrössert sich gleichmässig unter Entwicklung eines cytoblastähnlichen Kernes und vermag sich durch schief zu einander gestellte Scheidewände, deren Lage jedoch durch die nachfolgende Ausbildung verschoben werden kann, zu theilen. Dass hier keine Täuschung durch Zusammenkleben oder Zusammenpressen getrennter *Kügelchen* stattfindet, beweist, wie weiter unten gezeigt wird, das Polarisations-Instrument. Schliess-

lich zerfällt der zwischen Kern und Peripherie liegende Inhalt in kleine Theilkörperchen, die nach ihrer gegenseitigen vollständigen Trennung sich vielleicht vergrössern und den geschilderten Entwicklungsgang von Neuem durchmachen.

Diejenigen Bassorinbläschen dagegen, welche die Form von Stäbchen besitzen, schwellen entweder an beiden Enden gleichmässig oder vorzugsweise nur an dem einen derselben kugelförmig auf, indem sich in beiden Fällen eine zur Längsachse des Stäbchen schiefgestellte Scheidewand bildet.

Während der Anschwellung, die oft mit deutlicher Schichtenbildung verknüpft ist, vergrössert sich die Scheidewand nicht, und daher kommt es, dass bei denjenigen Stäbchen, welche sich zu beiden Enden gleichmässig entwickeln, endlich eine förmliche Trennung, eine Losreissung der entwickelten Theile erfolgen kann, die sich dann ebenfalls in derselben Weise, wie die kugelförmigen Bassorinbläschen zu entwickeln scheinen.

Bei denjenigen Anschwellungen der Stäbchen, welche keine sichtbare Schichtung zeigen, tritt dafür eine Theilung in der Richtung der Längsachse auf, und zwar, wie es scheint, so, dass zuvörderst die Theilung genau in der Mitte dieser Asche erfolgt; jedes dadurch entstandene Theilchen vermag sich aber in derselben Weise von Neuem zu theilen, bis das Ganze einen Complex von Stäbchen bildet, der endlich zerfällt. Bei jedem einzelnen Theilstäbchen tritt nun wiederum eine Theilung durch schiefgestellte Querwände auf, und es ist leicht möglich, dass sich der ganze soeben beschriebene Entwicklungsgang an ihnen wiederholt.

Mag also das Bassorinbläschen sich nach dieser oder jener Weise ausbilden, das Endresultat scheint immer ein Zerfallen in eine grosse Anzahl kleiner, entwicklungsfähiger Theilbläschen zu sein.

In dem Verhalten gegen Jod, Pigmente, Aetzkali zeigen die Bassorinbläschen grosse Aehnlichkeit mit den Schleimbläschen, nur tritt die Färbung in weit geringerem Grade auf; setzt man also Aetzkali hinzu, so hebt sich

gleichfalls eine Schicht ab, und lässt man nun Pigmente oder Jodkalium-Jod einwirken, so tritt allerdings Färbung ein, die jedoch schwach ist, während die etwa vorhandenen Schleimbläschen sich in demselben Zeitraum sehr intensiv gefärbt haben. Es scheint also das Schleimbläschen nichts weiter als ein Bassorinbläschen zu sein, das seinen Gehalt an proteïnähnlicher Substanz bei gewisser Veränderung des vorhandenen Bassorins vergrössert hat; in diesen Schleimbläschen endlich scheint die Proteïnsubstanz sich noch stärker vermehren zu können, während die Quantität des Schleims abnimmt, wenigstens deuten darauf jene Schleimbläschen hin, die sich auch ohne Anwendung von Aetzkali durch blossen Zusatz von Ammoniak und Pigmenten zu färben vermögen. Und sollten wohl gar die Kleberbläschen selbst aus Schleimbläschen entstehen, indem sich in letzteren die Proteïnsubstanz auf ganz aussergewöhnliche Weise anhäuft?

Ich habe nun schliesslich noch das Verhalten der Schleim- und Bassorin-Bläschen gegen das polarisirte Licht zu besprechen, das uns den Unterschied beider noch schärfer hervortreten lässt.

Unterwirft man nämlich sämmtliche Bläschen also Schleim- und Bassorinbläschen, welche nach dem Auflösen des Kleberbläschen in Wasser oder Ammoniak übrig bleiben, einer baldigen Musterung durch das Polarisationsmikroskop, so bemerkt man bei dunklem Gesichtsfelde, dass eine ziemliche Anzahl derselben stark doppelbrechend wirkt; der Anblick ist namentlich bei Anwendung von Lampenlicht höchst interessant und erinnert unwillkürlich an den gestirnten Himmel. Am stärksten wirken die runden kleinen Bläschen, die häufig ein zierliches schwarzes Kreuz auf hellleuchtendem Grunde zeigen; die grösseren, knolligen, traubenförmigen, vielgegliederten Bläschen wirken dagegen entweder gar nicht, oder nur stellenweise, und dann haben sie zuweilen nur eine einzige grössere helleuchtende Stelle, oder man kann oft nur bei angestrengter Aufmerksamkeit sehr schwache Lichtpunkte in ihrem Innern erkennen, die gleichsam wie durch einen Schleier hindurchblicken. Häufig tritt die wirksame Stelle

eines Bläschen erst dann deutlich hervor, wenn man die Lage desselben, sei es durch gelinden Druck auf das Deckgläschen, sei es durch Hinzufügung eines Wassertropfens, ändert; auch schienen mir die Bläschen kräftiger und in grösserer Anzahl zu wirken, wenn sie kürzere Zeit in Wasser gelegen hatten.

Wiederholt man den oben beschriebenen Versuch, durch den man nämlich die aufquellenden Bassorinbläschen, getrennt von den übrigen, am Rande des Deckgläschen erhält, so zeigt das Polarisationsinstrument die ursprüngliche Anzahl der leuchtenden Punkte unter den an ihrem Platze gebliebenen Schleimbläschen offenbar vermindert, während die am Rande befindlichen Bassorinbläschen sämmtlich eine sehr stark doppelbrechende Wirkung aufweisen, und es treten sogar bei den grösseren Formen äusserst prächtige Farbenerscheinungen bei dunkeltem Gesichtsfelde auf. Ist das Bassorinbläschen einfach und von kreisrunder Form, so ist die Farbenfigur sehr regelmässig und hat einige Aehnlichkeit mit der, welche optisch einachsige Krystalle zeigen, wenn sie senkrecht zu ihrer Achse geschnitten sind. Farbenkreise werden nämlich von einem schwarzen Kreuze durchschnitten; die Schenkel des Kreuzes treten in der Nähe ihres Kreuzungspunktes als scharf markirte Linien auf, während sie nach der Peripherie des Bläschen sich stark ausbreiten; zuweilen kreuzen sich die Schenkel ohne alle Unterbrechung, während bei andern die eigentliche Kreuzungsstelle als ein sehr kleiner heller Punkt erscheint. Dort, wo die Schenkel des schwarzen Kreuzes als scharfe Linien zu erscheinen aufhören, also in geringer Entfernung des Kreuzungspunktes, ziehen sich in der Regel kleine Farbenkreise von Blau, Roth, Gelb hindurch, die aber so schmal sind, so sehr in einander übergehen und einen so dunkeln Farbenton haben, dass man das Ganze für einen einzigen kleinen schwarzen Kreis halten könnte; die innerhalb dieses kleinen Kreises frei gebliebenen Stellen erscheinen entweder mit gelblichem oder weissem Lichte leuchtend. Zwischen dem kleinen dunkeln Kreise und der Peripherie des Bläschen tritt in der Regel nur noch eine Farbe und zwar als sehr brei-

ter Kreis auf, der natürlich von den Endtheilen der 4 Schenkel des schwarzen Kreuzes durchschnitten wird. Die Farbe kann bei den verschiedenen Bläschen verschieden sein, z. B. Grün, Blau, Roth, Violett, Orange, wesshalb der Anblick von vielen solchen Bläschen durch den Wechsel der Farben ein überaus überraschender und interessanter wird. Ist das runde Bassorinbläschen im Theilungsprocess begriffen, so erscheint ein jeder Theil mit der so eben beschriebenen Farbenfigur, da aber der Kreuzungspunkt der schwarzen Schenkel, wie in diesem Falle sehr deutlich zu beobachten ist, mit dem cytoblastähnlichen Kern jedes einzelnen Theilbläschen zusammenfällt, so erscheint immer ein bald grösseres, bald kleineres Stück der Farbenfigur durch die schon gebildete Scheidewand (und zwar gleichviel in jedem Theilbläschen) wie abgeschnitten. Ich halte diese Erscheinung für einen sehr gewichtigen Beweis dafür, dass die Bläschen sich wirklich zu theilen vermögen, denn unmöglich kann in beiden Bläschen die Farbenfigur mit solcher Regelmässigkeit und Gleichheit auftreten, wenn nur ein einfaches Zusammenkleben, eine einfache Zusammenpressung stattgefunden hätte.

Die geschilderte Farbenfigur wird nicht an allen runden Bassorinbläschen in gleicher Weise sichtbar; ist das Bläschen im Innern geschichtet, so treten auch eine grössere Anzahl von Farbenkreisen auf, und ist nun gar das Innere durch viele Längs- und Quertheilungen in eine grosse Anzahl von Theilen getheilt, so tritt gar keine regelmässige Farbenfigur auf, sondern das ganze Bläschen erscheint, wie aus vielen farbigen Mosaikstückchen zusammengesetzt.

Die kleinsten Bassorinbläschen endlich, mögen sie rund oder stabförmig sein, zeigen im polarisirten Lichte bei dunklem Gesichtsfelde keine Färbung, sondern erscheinen nur leuchtend; doch sind die runden Bläschen wiederum mit einem schwarzen Kreuze versehen.

Die beschriebenen Farbenerscheinungen ändern sich natürlich bei paralleler Stellung des Nicols, oder wenn bei dunklem Gesichtsfelde noch eine Gyps- oder Glimmerplatte in Anwendung gebracht wird.

Da H. v. Mohl nachgewiesen, dass in dem Verhalten von amorphen pflanzlichen Substanzen zum polarisirten Lichte ähnliche Verschiedenheiten existiren, wie zwischen positiven und negativen Krystallen, so war es von hohem Interesse, auch die Bassorinbläschen in dieser Beziehung zu untersuchen. Oft wiederholte Versuche haben das Resultat geliefert, dass diese Bläschen, wie Celluloseschichten optisch negativ auftreten, sich also nicht, wie die positiven Amylonbläschen und Cuticularschichten verhalten. Bei dieser Bestimmung legte ich die Mohl'sche Untersuchung der Kartoffelstärke zu Grunde (Bot. Zeitg. 1858. p. 12. 17) und verglich die Amylonbläschen und Bassorinbläschen bei vollkommen gleicher Lage einer Glimmerplatte zu den gekreuzten Nicols; das Gesichtsfeld erschien mit dem Roth erster Ordnung. Die leuchtende Farbenpracht der Bassorinbläschen ging fast ganz verloren und nur ein mattes Grünlichgelb kreuzte sich mit einem matten Blau, das von einem schmalen, röthlichen Streifen, fast in Form eines Kreuzes, umsäumt war. Die Kartoffelstärke zeigte weit lebhaftere reinere Farben von demselben Grundton, immer aber erschien hier das Blau in derselben Lage, die bei den Bassorinbläschen das Gelb einnahm und umgekehrt erschien bei letztern das Blau dort, wo bei den Amylonbläschen Gelb auftrat.

Während wir am Anfange der vorliegenden Arbeit die drei Hauptbestandtheile des Kleberkörnchen als Hülle, Klebermasse und Weisskern unterscheiden, müssen wir sie jetzt also als Hüllhaut, Casein- und Schleim-Bläschen bezeichnen, und sehen wir dabei vorläufig von der innern Zusammensetzungsweise der beiden letzten Gebilde ab, so würde sich der Bau der Kleberkörnchen dahin charakterisiren lassen, dass das Körnchen ein Bläschen sei, dessen Membran in dem einfachsten Falle ein Caseinbläschen und ein daneben liegendes Schleimbläschen umschliesst, von denen das Erstere an Grösse in der Regel überwiegend ist. Es tritt in dieser Zusammensetzungsweise eine auffallende Aehnlichkeit mit den Zellkernschläuchen, die in

eine nackte Zelle übergehen, und mit den Chlorophyllbläschen auf (Bot. Zeitg. 1859. p. 195. 203); auch bei diesen ist der Inhalt in einen stickstoffhaltigen und einen (der grössten Wahrscheinlichkeit nach) schleimhaltigen Theil geschieden, doch übertrifft hier umgekehrt der letztere den erstern allmählich an Grösse.

II. Entwicklung der Kleberbläschen im Ricinussaamen.

Während die Kleberbläschen der Paranus massenhaft in dem Embryo abgelagert sind, treten die des Ricinussaamens in grösster Menge in dem stark entwickelten Endosperm auf. Nun aber ist das Endosperm, wie schon der blosse Augenschein lehrt, anfänglich von ganz anderer Beschaffenheit, wie in den späteren Entwicklungsstadien, es lag also die Möglichkeit vor, die in dem Innern seiner Zellen stattfindenden allmählichen Metamorphosen einem genauen mikroskopischen Studium zu unterwerfen.

Wenn der Ricinussaamen etwa $\frac{2}{3}$ seiner völligen Grösse erreicht hat, die Testa weich und das Centrum des Nucleus noch wässrig erscheint, so haben sich im Keimsäckchen nur erst wenige Zellenreihen gebildet; die einzelnen Zellen sehen wasserklar aus und sind von wenigen Schlauchkanälen (Protoplasmastränge; siehe Botan. Zeitung 1859. p. 196) durchsetzt; der Cytoblast ist bald central, bald wandständig und kann scharf beobachtet werden. Es sei hierbei bemerkt, dass diese Beobachtungen für gewöhnlich ohne Wasserzusatz angestellt werden müssen, weil dasselbe verändernd auf die Formen des Zellinhaltes einwirkt; ist der Schnitt eben, so liefern die durchschnittenen Zellen an und für sich Feuchtigkeit genug, um das ganze Object zu benetzen; im Nothfall kann man sich aber auch der Flüssigkeit bedienen, die aus dem zerschnittenen Keimsack durch gelinden Druck herausquillt.

Das Ansehen des Cytoblasten ist kein ungewöhnliches; man sieht in demselben meist nur einen Protoblasten (Kernkörperchen), der von einer innern hellen und einer äussern dunkeln, körnigen Zone umgeben ist; diese Form scheint jedoch erst aus einem kleinen Zellkernschlauch, durch Zerplatzen und Contraction des Schlauches und Ent-

leerung des zwischen Schlauchmembran*) und Cytoblast liegenden Inhaltes entstanden zu sein; ich habe wenigstens diesen Vorgang an einem Objecte sehr scharf unter dem Mikroskop beobachten können und das Resultat war fast genau die vorhin beschriebene, gewöhnliche Figur; auch findet man die kleinen Zellkernschläuche so selten in den späteren Entwicklungsstadien des Endosperms, dass ich sie eine Zeit lang für eine irrthümliche Beobachtung hielt, erzeugt durch Zusatz von Wasser oder Gummischleim, deren ich mich anfangs noch bei meinen Beobachtungen bediente.

Bei weiterer Entwicklung des Zellkerns nimmt die helle Zone bedeutend an Breite zu, auch fangen die Protoblasten an sich zu theilen, wesshalb man zu der Zeit, wo die innere Höhlung des Keimsäckchen durch das sich vermehrende Endosperm geschlossen ist, oft 2, 3, 4 und mehrere Protoblasten im Zellkern vorfindet. Dass diese aber wirkliche Protoblasten sind, kann man durch Cochenilleauszug scharf nachweisen; zuerst dehnt sich der Zellkern durch die hinzutretende Cochenilleflüssigkeit aus, dann contrahirt sich derselbe, indem seine Membran zerplatzt, und nun ziehen sämmtliche kleine Protoblasten Farbestoff an, indem auch sie sich contrahiren — ihre Färbung erscheint aber nicht roth, sondern blau; auch der Raum zwischen Protoblast und Zellkernmembran färbt sich blau, jedoch nur sehr schwach, da ja der grösste Theil des Inhaltes entleert wurde. Bei Anwendung von Jodkalium-Jodlösung zeigen sich die Zellkerne weit stabiler und zerplatzen nicht; sie färben sich gelb bis braun, die Protoblasten dunkler, als der übrige aus Parablasten (Kernstoffkörperchen Hartig's) bestehende Theil des Zellkerns, der im Allgemeinen die Vorstellung erweckt, als wenn nicht gefärbte Kügelchen in einer gelben oder bräunlichen Masse liegen.

*) Die gewiss äusserst zarte, zerplatzte und dann contrahirte Membran scheint sich dem zurückbleibenden Cytoblasten auf das Engste anzuschmiegen, so dass man ihre Existenz, oder ihre vielleicht später eintretende Resorption in keiner Weise erkennen kann.

Während aber bei dem Theilungsprocess der Protoblasten die helle Zone des Zellkerns zunimmt, verschwindet dagegen die dunkle Zone in vielen Fällen fast vollständig; diese Erscheinung führt zu der Annahme, dass ein abermaliges Zerplatzen der nunmehrigen äussern Zellkern-Membran, also eine abermalige Entleerung der äussern, körnigen Schicht stattgefunden hat. Wahrscheinlich wird diese Vermuthung durch das Verhalten der Zellkerne gegen Wasser; sie dehnen sich aus, zerplatzen und lassen den körnigen Inhalt der äussern Zone heraustreten, während das innere helle Bläschen (helle Zone) mit seinem Protoblasten zurückbleibt.

In einem spätern Stadium der Saamenreife, wenn das Endosperm sein wässriges Aussehen zu verlieren anfängt und eine weissliche Farbe anzunehmen beginnt, wenn ferner die Testa des Saamens pergamentartig, aber noch nicht gefärbt erscheint, zeigen die Zellkerne durch starke Entwicklung ihrer Parablasten eine zu bedeutende Körnelung, dass sie vollständig undurchsichtig werden. Durch Jod werden die Körnchen nur gelb gefärbt; wendet man dabei schwache Jodkalium-Jodlösung und öfters wiederholten gelinden Druck an, so lässt sich Oel in kleinen ungefärbten Kügelchen und Tröpfchen herauspressen, die sich auf weitem Zusatz von Jod braun färben. Es ist also mindestens ein Theil der Parablasten in Oelbläschen übergegangen (siehe Bot. Zeitung 1859. p. 194) und offenbar verdankt das vorher wässrige Endosperm diesem fein vertheilten Oel die spätere weisse Farbe, die also ein gutes Anzeichen stärkerer Oelbildung in dergleichen Saamen abgiebt.

Zum dritten Male endlich zerplatzt, wie ich annehmen muss, die äusserste Membran des Zellkernes und es verbreiten sich nun die entwickelten Parablasten in der ganzen Zelle, während der Zellkern selbst wieder blass und durchsichtig wird. Bald nach dem Zerplatzen (öfters sogar vor demselben) wird ein Theil der frei gewordenen Körnchen, wie Amylon durch Jod violett oder röthlich-braun gefärbt, während ein anderer Theil, wie früher, nur gelblich erscheint und bei gelindem Druck Oel heraustreten

lässt. Die Amylonbildung ist aber auf jeden Fall nur vorübergehend, wie auch die Existenz des Amylons selbst nur von kurzer Dauer ist, denn in einem nur etwas spätern Stadium der Zellkernentwicklung tritt auf Zusatz wiederum die frühere gelbe Färbung der Körnchen ein.

Wenn sich die Körnchen nach dem Zerplatzen des Zellkernes in dem Zellraume verbreiten, sieht man mit ziemlicher Deutlichkeit kreisrunde, wasserhelle, bald kleinere, bald grössere Bläschen auftreten, indem die Peripherie derselben namentlich durch die umgebenden kleinen Körnchen markirt wird. Diese wasserhellen Bläschen treten in den Saamen, deren Testa sich zu färben beginnt, immer deutlicher auf; ich halte sie für Schleimbläschen, da sie auf Zusatz von Wasser zusammenfallen und durch Jod oder Pigmente nicht gefärbt werden; sie brechen das Licht röthlich *und enthalten den Schleim jedenfalls in flüssiger Form, da in ihrem Innern sehr bald ein oder mehrere kleine Körperchen von mannigfaltiger Form auftreten, die fortdauernde Molecularbewegung zeigen.*

Es entsteht nun die Frage, woher diese Schleimbläschen ihren Ursprung nehmen. Treten sie beim Zerplatzen des Zellkernes mit den vorhin beschriebenen, zu kleinen Oel- und Amylonbläschen entwickelten Körnchen heraus und schwellen dann erst an, oder waren sie schon früher vorhanden und entgingen nur wegen ausserordentlicher Zartheit ihrer Membran meiner Aufmerksamkeit? Es scheint in der That das Letztere der Fall gewesen zu sein, denn untersucht man das Endosperm, wenn es noch wässrig aussieht, der Zellkern sich aber schon etwas zu körneln beginnt, so kann man bei recht günstiger Beleuchtung, trotz mannigfaltiger Linien, die das Innere der Zelle durchsetzen, schon sehr zarte, bald kleinere, bald grössere Bläschen entdecken, die offenbar frühere Entwicklungsformen jener Schleimbläschen darstellen. Und untersucht man endlich Saamen in einem noch frühern Stadium, deren wässriges Endosperm sich also nicht geschlossen hat, jedoch schon einen breiten Ring bildet, so findet man im Innern der Zelle ziemlich häufig kleine Kügelchen, die das Licht wenig verschieden von ihrer Umgebung brechen,

blass aussehen und etwas verschwommene Umrisse besitzen; sie sind ausserordentlich leicht veränderlich, schon während der Beobachtung blähen sie sich auf, verändern dadurch ihre Form, bekommen ein gekörntes Ansehen und verschwinden allmählich. Ich glaube nicht zu weit zu gehen, wenn ich diese Kügelchen als die Anfänge des Schleimbläschen ansehe; sie sind öfters sehr gut in den Schlauchkanälen (Protoplasmasträngen) zu beobachten, die durch sie zuweilen ein rosenkranzförmiges Ansehen bekommen. Der Aufenthalt der Kügelchen in den Schlauchkanälen weist aber darauf hin, dass sie von den Zellkernen stammen, und in der That habe ich ja schon oben mitgetheilt, dass die äussere Membran der Zellkerne noch vor der Amylon- und Oel-Bildung zu wiederholten Malen zerplatzt, indem der körnige Inhalt der äussersten Schicht entleert wird; es liegt also der Schluss nahe, dass die Körnchen desselben eben die Keime der leicht veränderlichen Kügelchen und demnach der Schleimbläschen darstellen.

Erscheint das Endosperm auf dem Durchschnitt vollständig weiss, so haben sich die frei gewordenen Amylon- und Oel-Bläschen so stark vermehrt, dass es äusserst schwierig ist, sich eine Einsicht in die innern Verhältnisse der Zelle zu verschaffen, die Schleimbläschen kann man in der dunklen Masse nur errathen an den etwa helleren Stellen, in deren Mitte sich ein Körnchen in fortdauernder Bewegung befindet. Schliesslich wird die Zelle fast ganz undurchsichtig und die Beobachtung hätte ihr Ende erreicht, wenn nicht ein gelinder Druck auf das Deckgläschen im Stande wäre, das Object gleichsam wieder aufzuheben; die durch den Druck zwar expandirten, aber noch nicht zerplatzen Schleimbläschen schieben nämlich die in der abgeplatteten Zelle befindliche dunkle Masse zur Seite und nun sieht man sie, von der letztern gleichsam eingerahmt, wiederum sehr deutlich mit ihrem centralen Körperchen. Fügt man Cochenilleflüssigkeit hinzu, so färbt sich die grumöse dunkle Masse der Zelle, wie es scheint, etwas schmutzig-röthlich; die Schleimbläschen bleiben farblos, während eine, dem Zellkerne entsprechende

runde Stelle in der Zelle, deren Umriss jedoch nicht mit Schärfe beobachtet werden konnte, am auffallendsten roth wurde; fügt man Aetzkalilösung hinzu, so fallen die Schleimbläschen zusammen, das darin befindliche Körperchen verkleinert sich, indem sein Rest blau gefärbt wird.

Ist nun die Entwicklung des Saamens noch weiter gediehen, so bemerkt man durch gelind ausgeübten Druck auf die Zelle, dass das in den Schleimbläschen enthaltene Körperchen an Grösse angenommen hat; indem sich dieses steigert, erscheint das Schleimbläschen nur noch als schmale Zone, die endlich ganz verschwindet, während das in ihm entwickelte Körperchen die vollständige Beschaffenheit der Kleberkörnerchen erlangt.

Hiernach ist also das Schleimbläschen die Geburtsstätte des Kleberbläschen, und es entsteht das Letztere in dem Ersteren durch Entwicklung eines in dem Innern desselben befindlichen Keims zu einem Bläschen, in welchem sich nach und nach immer grössere Mengen Casein anhäufen, während der umgebende Schleim des Mutterbläschen bis zum Verschwinden abnimmt.

Ein etwas genaueres Studium der ganzen Metamorphose gewähren die isolirten Schleimbläschen, wie sie bei stärkerem Druck auf das Deckgläschen zugleich mit einer unzähligen Menge von kleinen Oelbläschen und auch Zellkernen herausfliessen.

War die Testa des Saamens erst lichtbraunroth gefärbt, so ist das in dem Schleimbläschen sich bewegende Körperchen noch ausserordentlich klein; sehr häufig sieht man auch mehrere solcher Körperchen in jedem Bläschen, und ist die Beleuchtung eine recht günstige, so kann man ausser diesen Hauptkörperchen noch äusserst kleine Partikeln beobachten, die ebenfalls Molecularbewegung besitzen. Ueber die in den Schleimbläschen befindlichen Hauptkörperchen, die also nach dem Vorhergehenden die Anfänge der Kleberbläschen darstellen, lässt sich in diesen ersten Stadien ihrer Entwicklung wegen ihrer Reinheit wenig sicheres feststellen; wenn aber der Saamen in seiner Reife vorgeschritten, die Testa schon dunkel braunroth geworden ist, dann tritt die Zusammensetzungsweise der kleinen Kleberbläschen deutlicher auf, wie denn auch

die nun krystallinische Form der meisten gar nicht zu verkennen ist. Es scheinen in diesem Stadium schon alle Hauptbestandtheile der Kleberbläschen vorhanden zu sein; so ist das mit dem Caseinbläschen zusammenhängende Schleim- (Bassorin-) Bläschen sehr deutlich zu erkennen, namentlich wenn man den Scheibenschnitt zwischen den Gläschen allmählich eintrocknen lässt.

Das Verhalten dieser kleinsten Kleberbläschen gegen Reagentien ist ausserordentlich schwierig zu bestimmen, theils wegen der sofort eintretenden Strömung, die Alles mit sich fortreisst und in der Regel das fixirte Schleimbläschen mit den kleinen Oelbläschen bedeckt, theils auch wegen des Verhaltens der Schleimbläschen gegen wässrige Flüssigkeiten; das isolirte Schleimbläschen zerplatzt nämlich ohne merkliche Expansion; es tritt ein Theil des Inhaltes heraus und das Uebrige erscheint plötzlich so stark granulirt, dass eine etwa eintretende Färbung der kleinsten Kleberkörnchen nicht beobachtet werden kann. Wenn jedoch die durch das hinzugefügte Reagens erzeugte Strömung aufgehört hat, so hält es glücklicherweise nicht schwer, an lichten Stellen des Gesichtsfeldes jene kleinsten, aus ihren Schleimbläschen herausgetretenen Kleberkörnchen wieder zu erkennen, und dann sieht man, dass sie alle bis auf die kleinsten, mit Sicherheit zu beobachtenden Formen herab, durch Cochenille röthlich und durch Jodkalium-Jod gelblich gefärbt erscheinen und zwar die grösseren intensiver, als die kleineren.

Bei völliger Reife des Saamens wird die vorhin undurchsichtige Endospermzelle wieder durchsichtig, indem die kleinen Oelbläschen wahrscheinlich zerplatzen und ihren Inhalt zusammenfliessen lassen (während ihre Membran wahrscheinlich resorbirt wird), so dass schliesslich die ausgebildeten Kleberbläschen sich in einem Oelbade befinden.

Ich habe endlich noch den Punkt festzustellen gesucht, ob die Membran des Schleimbläschen an dem ausgebildeten Kleberbläschen nachzuweisen sei; ich habe jedoch negative Resultate erhalten, wesshalb ich annehme, dass diese Membran sowohl, wie der ursprüngliche schlei-

mige Inhalt vollständig resorbirt werde. Man könnte zwar die Behauptung aufstellen, dass eben die äusserste Membran der Kleberkörnchen die Membran des Schleimbläschen sei, dem aber widerspricht die Art und Weise, wie die kleinsten Kleberkörnchen in dem flüssigen Inhalte ihres um Vieles grössern Mutter-Schleimbläschen auftreten, indem nämlich das kleine Casein- und das daneben befindliche Schleim-Bläschen stets zusammenhängen. Vielleicht aber besteht die äusserste Membran der Kleberbläschen aus zwei dicht aneinander liegenden Membranen, von denen dann die äusserste den Schleimbläschen angehören würde? Allein auch dieses vermochte ich nicht nachzuweisen, denn die unter der eigentlichen Hüllhaut an vielen Stellen erkennbare sehr zarte zweite Membran stellt offenbar die Membran des Caseinbläschen dar.

Auch Hartig hat in seiner Entwicklungsgeschichte des Pflanzenkeims p. 130 die Entwicklungsreihe der Kleberbläschen für Ricinus zu geben versucht; doch kann ich mich mit den meisten seiner Resultate nicht einverstanden erklären. So sagt Hartig, dass die Bildung des Klebermehls bei Ricinus aussergewöhnlich früh beginne „zur Zeit, wenn der Saame zwar schon $\frac{2}{3}$ seiner endlichen Grösse erreicht, das Endosperm aber erst 3—4 Zellen im Radius entwickelt hat“, dass man ferner hier einen der seltenern Fälle habe „in denen sich mit Bestimmtheit nachweisen lässt, dass auch das Kleberkorn sich schon im Innern des in Grösse und Form noch wenig veränderten Zellkernes bilden könne.“ Hartig giebt weiter an, dass „das Verhalten der noch in der Hüllhaut des Zellkernes eingeschlossenen Körnchen in jeder Hinsicht das des Klebermehls“ sei, dass man wenigstens mit voller Gewissheit sagen könne, „dass ein Chlorophyll- oder Stärkemehl-Zustand der Mikrophysalide der Kleber-Bildung nicht vorhergeht.“

Aus diesen Behauptungen geht hervor, dass Hartig das Stadium der Oel- (und Amylon-) Bildung im Zellkern fälschlich als das der Kleberbildung genommen und dass die Anfänge der Kleberkörnchen und die sie umschliessenden Mutterschleimbläschen — die allerdings vom Zellkern

herstammen, sich aber ausserhalb desselben eigentlich erst entwickeln — vollständig übersehen hat.

III. Makrochemische Untersuchung des Klebermehls aus den Parànüssen.

Ogleich die nachfolgenden makrochemischen Untersuchungen nur den Werth von Voruntersuchungen beanspruchen, so trage ich dennoch kein Bedenken, sie der Oeffentlichkeit zu übergeben, da sie interessante und wichtige Resultate geliefert haben.

Schon durch die mikrochemische Untersuchung wurde festgestellt, dass durch die Einwirkung *kalten* Wassers das Klebermehl in einen löslichen und unlöslichen (schwerlöslichen) Theil getrennt werden könne; zu dem letztern gehören die Krystalle, die Schleimbläschen und die fre gewordenen Membranen, während die ganze Menge der amorphen Proteinsubstanz und alle übrigen Bestandtheile in Lösung übergingen. Die in Wasser nicht löslichen Stoffe konnten nun durch schwache alkalische Lösungen wieder geschieden werden: die Krystalle verschwinden, während die Schleimbläschen zurückbleiben; letztere endlich lösen sich zum grössten Theile in verdünnten Säuren z. B. Essigsäure auf.

Hierdurch war der Gang der makrochemischen Untersuchung zum Theil vorgezeichnet.

Vor allen Dingen suchte ich mich aber von dem Proteingehalt des Klebermehls noch näher zu überzeugen. Es wurde demnach eine Quantität desselben in einem Reagensglase erhitzt; eine grosse Menge stinkender, brenzlicher Producte erzeugten sich hierbei unter Entwicklung eines sehr starken ammoniakalischen Geruches. Angefeuchtetes rothes Lakmuspapier in die aufsteigenden Dämpfe gebracht, färbte sich sofort stark blau. Sonach war der Stickstoffgehalt des Klebermehls vollständig sicher nachgewiesen; dass aber jene stickstoffhaltige Materie in der That eine Proteinsubstanz sei, ergibt sich eines Theils aus dem Verhalten gegen concentrirte rohe Salzsäure, wodurch nach einiger Zeit eine schön violette Färbung erzeugt wird, andern Theils aus dem Umstande, dass durch

Klebermehl, kohlensaure Kalkerde, Zucker und Wasser bei Anwendung der richtigen Temperatur und nach längerer Zeit milchsaure Kalkerde gebildet wird*). Emulsin habe ich in dem Klebermehl der Paranus nicht nachweisen können, da ich niemals eine Spaltung des Amygdalin durch dasselbe wahrgenommen habe.

Es wurde nun Klebermehl mit einer nicht allzugrossen Menge kalten destillirten Wassers übergossen; die milchige Flüssigkeit, die ganz den Geruch der Paranuskerne besass, wurde einige Zeit stehen gelassen, alsdann die Lösung abfiltrirt und der wohlausgewaschene Rückstand zur weitem Untersuchung bei Seite gestellt.

Die abfiltrirte, etwas opalisirende Lösung hatte eine hellbräunliche Farbe und reagirte deutlich *sauer*. Dass eine saure Reaction schon ursprünglich im Saamen vorhanden ist, lässt sich deutlich durch angefeuchtetes Lakmuspapier an einer frischen Schnittfläche desselben nachweisen.

Ein Theil der filtrirten Lösung wurde nun bis zum Kochen erhitzt; hierdurch entstand ein sehr weisses, in Essigsäure lösliches Coagulum, das ganz das Ansehen von coagulirtem Käsestoff besass. Um hierüber zu entscheiden, wurde ein Theil der ursprünglichen concentrirten Lösung, wie Milch oder Hühnereiweiss, schwach, aber deutlich erkennbar alkalisch gemacht und dann erst zum Kochen erhitzt; es konnte nur eine sehr geringe Quantität eines Gerinsels erhalten werden, das bei weniger concentrirten Lösungen gar nicht sichtbar wurde. Demnach waren neben *bedeutenden Mengen Casein nur sehr geringe Quantitäten Albumin* in der Lösung; die Lösung musste also auch unbedingt die weiteren Reactionen des Caseins zeigen. *In der That entsteht durch Essigsäure zuerst ein starker weisser Niederschlag, der sich durch mehr Säure (bis auf eine nicht unbedeutende Opalisirung der Flüssigkeit) wieder löst.* Salpetersäure, Gerbsäure, Sublimat geben natür-

*) Es dürfte desshalb zur Bereitung milchsaurer Verbindungen ein kalter wässriger Auszug von Placentis Amygdal. dulc. oder sem. Lini statt des Käses etc. zu empfehlen sein.

lich ebenfalls starke Fällungen; auch mit Kalkwasser, bis zur alkalischen Reaction versetzt, wird beim Erhitzen ein weisser, zusammengehender Niederschlag erzeugt.

Fällt man aus einem andern Theile der ursprünglichen Lösung durch Gerbsäure alles Casein und Albumin heraus, dampft die filtrirte, klare Flüssigkeit im Wasserbade zu einem kleinern Volumen ein und versetzt mit Alkohol, so entsteht ein Niederschlag. Dieser Niederschlag mit Spiritus ausgewaschen, löste sich mit Leichtigkeit wieder in Wasser: wurde diese Lösung eingedampft, so löste sich auch der Rückstand wieder sehr leicht in kaltem Wasser. Gerbsäure brachte in der Lösung natürlich keinen Niederschlag hervor; Alkohol ereugte von Neuem eine Färbung. Wurde die wässrige Lösung des Niederschlages mit schwefelsaurem Kupferoxyd und Aetzkali versetzt, so entstand ein blaues Präcipitat, das beim Kochen seine blaue Farbe beibehält; es war also *Gummi* zugegen.

Da das Klebermehl einen süssen mandelartigen Geschmack besitzt, so musste seine wässrige Lösung nach der Behandlung mit Gerbsäure und Alkohol auch auf Zucker geprüft werden. Es wäre hierzu eine Fällung der überschüssigen Gerbsäure durch Bleiessig und Behandlung der abfiltrirten Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoff nöthig gewesen; ich zog es jedoch vor, den Zucker direct aus dem Klebermehl durch Behandlung desselben mit siedendem Alkohol zu gewinnen. Demnach wurde eine Quantität desselben mit Alkohol sp. G. = 0,833 wiederholt im Wasserbade ausgekocht. Die vereinigten, etwas opalisirenden Auszüge wurden mit etwas Wasser versetzt und im Wasserbade eingedampft, wobei sie sich gegen das Ende des Abdampfens bräunlich färbten. Der braune Rückstand blieb selbst nach mehrstündigem Erhitzen weich, besass aber beim Erkalten Wachshärte: seine Oberfläche zeigte sich beim Drücken mit einem Glasstabe brüchig. Mit Wasser übergossen, löste sich die Masse unter Abscheidung von grauen Flocken leicht auf, indem sie sich vorher erweichte und in Fäden ziehen liess. Die braune Lösung reagierte stark *sauer* und wurde zuförderst auf

Zucker geprüft. Zu einem Theile der Lösung wurde demnach schwefelsaures Kupferoxyd (wodurch keine Fällung entstand) und Aetzkali in Ueberschuss gesetzt; die Flüssigkeit erschien klar blau. Merkwürdigerweise zeigte sich aber selbst nach mehreren Tagen keine Reduction des Kupferoxyds, obgleich die Flüssigkeit mehrere Male angewärmt wurde; beim Kochen jedoch trat sofort die Abscheidung des Kupferoxyduls ein. Es ist also nicht Traubenzucker sondern *Rohrzucker* im Klebermehl vorhanden.

Da die braune Lösung, wie erwähnt, sauer reagirte, so wurde der noch übrig gebliebene Theil einer weiteren Prüfung unterworfen, die folgende Resultate gab: Durch Zusatz von Gerbsäure, Sublimat, Kaliumeisencyanür, Salpetersäure, Essigsäure, neutrales essigsaures Bleioxyd entstand keine merkliche Trübung; nach 24 Stunden jedoch hatte Sublimat einen geringen weisslichen Niederschlag gebildet, der durch Kochen bräunlich wurde, auch Gerbsäure und essigsaures Bleioxyd hatten sehr geringe Niederschläge gebildet, wogegen die Flüssigkeit mit Kaliumeisencyanür klar geblieben war.

Auf Zusatz von *Bleiessig* entstand aber in der ursprünglichen Flüssigkeit sofort ein starker bräunlich weisser, flockiger Niederschlag.

Zinnchlorür erzeugt eine Trübung, die bald einen bräunlich weissen, flockigen Niederschlag bildet.

Salpetersaures Quecksilberoxydul bewirkt sofort einen starken, grauweisen, schweren Niederschlag.

Salpetersaures Silberoxyd endlich erzeugt sogleich einen weissen, flockigen Niederschlag, der im gewöhnlichen Tageslicht *in sehr kurzer Zeit intensiv braunroth* wurde.

Da diese Reactionen zu keinem bestimmten Resultate über die Natur der vorhandenen Säure führten, so versuchte ich eine grössere Quantität derselben aus den Pararüssen auf folgende Weise zu gewinnen.

Es wurden 3—4 Pfund Kerne gröblich zerstossen, das Pulver durch zweimaliges Pressen möglichst vom Oel befreit, der Presskuchen von Neuem gepulvert und in einem Glasconus nach der Deplacirungsmethode so lange mit Alkohol von 0,833 sp. G. behandelt, bis das Abtröpfelnde

eine sehr geringe saure Reaction zeigte. Die vereinigten, bräunlich gefärbten, alkoholischen Flüssigkeiten wurden im Wasserbade abgedampft; hierbei zeigte es sich, dass, als schon ein beträchtliches Quantum Alkohol verdampft war, ölige, hellbräunliche Tropfen am Boden der Abdampfschale auftraten, die nach und nach an Menge zunahmen und bei weiterm Eindampfen endlich an die Oberfläche der Flüssigkeit stiegen und sich brauner färbten. Als das Ganze beim Erkalten Syrupdicke zeigte, wurde es mit wenig Wasser übergossen und filtrirt, wobei die ölige Substanz als braune, schmierige Masse auf dem Filtrum blieb, während die Flüssigkeit klar und mit heller Madeirafarbe abfiltrirte. Das nach Brod riechende Filtrat wurde mit Bleiessig gefällt und der Niederschlag mit destillirtem Wasser ausgewaschen; der Niederschlag schien sich dabei zu lösen, denn offenbar nahm sein Volumen bedeutend ab und die abfiltrirte Flüssigkeit gab mit Schwefelwasserstoff stets bedeutende Bleireactionen. Das Auswaschen wurde demnach unterbrochen, der Niederschlag in ein Gefäss hineingespritzt und durch gewaschenes Schwefelwasserstoffgas zersetzt; das vom Schwefelblei befreite, gelblich gefärbte saure Filtrat wurde durch Erhitzen von allem Geruch nach Schwefelwasserstoffgas befreit, von Neuem filtrirt und alsdann unter der Luftpumpe über Schwefelsäure verdunstet. Gegen das Ende des Verdampfens wurde der ziemlich geringe Rückstand auf einmal stark braun und stellte schliesslich eine amorphe, am Rande klare Masse dar, die einen Geruch nach Essigsäure (von dem Bleiessig herrührend) verbreitete und blaues Lakmus schon in gewisser Entfernung röthete. Mit Wasser übergossen löste sie sich leicht unter Abscheidung von braunen Flocken auf; die filtrirte Lösung wurde nun, wie folgt, geprüft.

Mit *Gerbsäure* versetzt, entsteht nur eine Trübung, ebenso wird durch *Kaliumeisencyanür* nur sehr geringe Trübung hervorgerufen.

Kalkwasser färbt die Lösung etwas dunkler, jedoch nicht stärker beim Kochen; weder in der Kälte noch in der Wärme entsteht ein Niederschlag.

Kohlensaures Kali färbt in der Kälte dunkelbraun, beim Erhitzen nicht intensiver. Gasentwicklung wurde in kaum bemerkbarer Weise beobachtet, vielleicht weil zu viel kohlensaures Kali auf einmal hinzugefügt worden.

Chlorcalcium, dann Ammoniak und Alkohol erzeugte nur Trübung, bald jedoch sammelte sich ein bräunlicher durchscheinender Niederschlag.

Mit *Bleizucker* entstand ein geringer durchscheinender Niederschlag, während die darüber stehende Flüssigkeit sauer reagirt.

Mit *Bleiessig* ein voluminöser, lichtbräunlicher Niederschlag, die darüber stehende Flüssigkeit reagirt alkalisch. Der Niederschlag löste sich nicht sichtbar in kochendem Wasser, wesshalb die bei der Isolirung der Säure gehegte Besorgniss, dass sich die Bleiverbindung in dem Auswaschwasser löse, wohl nur in gewisser Beziehung richtig sein kann. In Ammoniak löst sich der Niederschlag beim Erhitzen zum Theil auf und es scheiden sich beim Erkalten *krystallinische* Flittern ab, ja *der ganze Niederschlag nimmt nach und nach eine krystallinische Beschaffenheit an, wenn man ihn einige Male mit Ammoniak aufkocht.*

Eisenchloridlösung in stark verdünntem Zustande erzeugt eine *dunkelbraune* Färbung und nachherige leichte Trübung; im Sonnenlicht entfärbt sich die Flüssigkeit etwas; *überschüssiges Ammoniak brachte keinen Niederschlag hervor.*

Nach 2—3 Tagen bemerkte ich in der eisenhaltigen, nicht mit Ammoniak versetzten Flüssigkeit *kleine Kryställchen*, die sich in mehr hinzugefügtem Wasser nicht leicht lösen.

Salpetersaures Silberoxyd: weisser, schwerer, fast pulverförmiger Niederschlag, der bald schmutzig erscheint und sich im Tageslicht violett färbt, doch bei weitem nicht so schnell, wie der bei der oben erwähnten Voruntersuchung erhaltene Silberniederschlag. *In verdünnter Salpetersäure scheint er sich, selbst beim Erhitzen, nicht zu lösen; in Ammoniak dagegen löst er sich vollständig, wenngleich eine ziemliche Menge davon erforderlich ist. Aus der ammoniakalischen Lösung scheiden sich beim allmählichen Verdunsten des Ammoniak kleine Kryställchen auf der Oberfläche der Flüs-*

sigkeit ab; beim weitem Verdampfen bis fast zur Trockne bleibt jedoch die noch vorhandene Flüssigkeit vollkommen klar.

So interessant auch die mitgetheilten Reactionen sind, liefern sie dennoch keinen bestimmten Aufschluss über die Natur der betreffenden, in Wasser und Alkohol löslichen, sauren Substanz, und es bleibt nun also nichts anderes übrig, als eine jener krystallisirten Verbindungen des Bleis, Silbers oder Eisens genauer zu studiren und sie der Elementaranalyse zu unterwerfen.

Vorhin erwähnte ich, dass beim Filtriren der wässrigen Lösung desjenigen Rückstandes, der durch Verdampfung des spirituösen Auszuges der Parànusskerne erhalten wurde, eine braune, schmierige, fettige Masse auf dem Filtrum zurückblieb; wenn nun die Untersuchung dieser Substanz eigentlich nicht in den Kreis der vorliegenden Abhandlung gehört, so vermag ich dieselbe doch nicht ganz mit Stillschweigen zu übergehen, da die durch sie unterschiedenen Stoffe als Nebenbestandtheile des Bertholletia-Saamens von hohem Interesse sind.

Die schmierige Masse wurde mit Alkohol von 0,810 sp. G. übergossen; sie löste sich darin fast vollständig zu einer klaren braunen Flüssigkeit, aus der sich nach und nach durch Verdampfen des Alkohols bei gewöhnlicher Temperatur eine etwas undeutlich krystallisirte Substanz abschied. Diese Substanz wurde auf einem Filtrum gesammelt, mit kaltem Alkohol abgewaschen und zwischen Filtrirpapier wiederholt gepresst, sie zeigte alsdann ganz die physikalischen Eigenschaften eines bräunlich gefärbten Wachses, das durch Kneten zu einem Cylinder geformt und als solcher vorläufig aufbewahrt wurde. Die von dem Wachs geschiedene alkoholische Flüssigkeit wurde in einem Becherglase verdampft und hinterliess beim Erkalten eine dunkelbraune, dicklich ölige Flüssigkeit, in der sich ein harter Körper abgeschieden hatte; auf Zusatz von Aether löste sich die ölige Substanz, nicht aber der harte Körper; letzterer *zerfloss an der Luft, schmeckte süß und gab mit schwefelsaurem Kupferoxyd und Aetzkali* eine klare Lösung, die bei gelinder Wärme Kupferoxydul ausschied; er war

also *zerfliesslicher Zucker*, der von der fettigen Masse umhüllt, der Lösung durch Wasser entgangen war (siehe p. 189).

Von der öligen braunen Substanz wurde der Aether verdampft, und da sie eine sehr deutlich saure Reaction zeigte, so wurde sie mit Wasser geschüttelt: nach mehreren Stunden war sie stark aufgequollen und liess sich dann in dem Wasser zu bräunlichen fettartigen Partikeln zertheilen, die sich in der Ruhe auf der Oberfläche des Wassers ansammelten. Das Wasser erschien dabei opalisirend und reagirte selbst nach mehreren Tagen des Zusammenstehens nicht bedeutend sauer, während die fettartige Masse dagegen sehr starke saure Reaction zeigte.

Das Ganze wurde nun auf ein leinenes Seihetuch gebracht, so viel als möglich abtröpfeln gelassen und endlich die aufgequollene fettige Masse in einer Porcellanschale im Wasserbade abgedampft, wobei sie schliesslich ihre frühere ölige Beschaffenheit annahm. Wird sie mit Alkohol von 0,833 spec. Gew. übergossen, so löst sie sich nur zum Theil, indem sich ein brauner, fast schwarzer Absatz bildet; aus diesem Absatz schmilzt, auf Platinblech erhitzt, eine Substanz heraus, die sich wie Wachs kneten lässt und mit heller Flamme brennt, also wahrscheinlich noch ein Rückstand von dem schon früher erwähnten Wachs ist; der übrige Theil des Absatzes verbreitet beim Erhitzen den Geruch von verkohlenden Proteïnsubstanzen, auch wurde angefeuchtetes Lakmuspapier sehr schwach, aber unverkennbar gebläut.

Die vom Absatze getrennte braune, schwach ins Grüne schillernde spirituöse Lösung reagirt sehr stark sauer; ein Theil davon wurde mit Wasser versetzt und erschien dann milchig, sie klärte sich durch Zusatz von Ammoniak nur etwas auf, und fügte man endlich *salpetersaure Silberlösung hinzu*, so *färbte sie sich über Nacht dunkelbraun*, während am Boden eine geringe Quantität kleiner Kryställchen abgeschieden war (*Reaction der sauren Harze*).

Der andere Theil der spirituösen Lösung wurde abgedampft und der ölige Rückstand mit concentrirter Aetzkalkilauge im Wasserbade behandelt; es bildete sich ein

dicker, klarer, brauner Seifenleim, der in mehr Wasser vollkommen löslich war: demnach war auch ein *in Alkohol lösliches Oel* in dem Bertholletia-Saamen vorhanden, das durch Pressen derselben nicht abgeschieden werden kann, denn das durch diese Operation gewonnene gelbliche Oel zeigt *keine* Löslichkeit in Alkohol.

Der Seifenleim wurde in Alkohol gelöst, die Lösung filtrirt, im Wasserbade verdampft, der Rückstand mit Wasser behandelt und die entstandene Lösung mit Kochsalz versetzt, wobei sich eine bräunlich gefärbte Seife abschied. Dieselbe Operation des AuflöSENS und Abscheidens wurde noch einmal vorgenommen, alsdann wurde die Seife mit verdünnter Schwefelsäure im Wasserbade zersetzt, wobei sich ein öliges braunes Liquidum abschied, das zu einer etwas krystallinischen weichen Masse erstarrte, die wiederholt mit Wasser ausgesüsst, dann in Aether gelöst und zum Verdunsten des Aethers bei Seite gestellt wurde. Sie stellte alsdann eine weiche, bräunliche, etwas krystallinische Substanz dar, die sich mit Leichtigkeit in Alkohol löst, bei geringer Temperatur zu einem öligen, braunen Liquidum schmilzt, einen Fettfleck erzeugt und sowohl selbst, als in ihrer spirituösen oder ätherischen Lösung sehr stark sauer reagirt, also den Charakter einer fettigen Säure trägt.

Wenden wir uns nun wieder zur Untersuchung des Klebermehls.

Wir haben bisher nur den in kaltem Wasser löslichen Theil desselben makrochemisch geprüft, betrachten wir nun aber auch den unlöslichen Theil.

Durch das Mikroskop wissen wir schon, dass dieser Theil hauptsächlich aus den Kleberkrystallen und den Weisskernen Hartig's besteht. Er wurde mit kaltem Wasser so lange ausgewaschen, bis Essigsäure, Gerbsäure, Kalkwasser nur noch Spuren von Casein in der ablaufenden Flüssigkeit anzeigten, alsdann wurde er mit einer nicht zu grossen Menge stark verdünnter Ammoniakflüssigkeit übergossen, wodurch sich die Krystalle lösten, während die Weisskerne und das Zellgewebe unversehrt zurückblieben. *Die abfiltrirte Flüssigkeit verhielt sich nun ganz so, als enthielte*

sie bedeutende Mengen Casein und eine geringe Menge Albumin (auf Nebenbestandtheile wurde in dieser Lösung keine Rücksicht genommen). Wurde also die Flüssigkeit bis zum Kochen erhitzt, so entstand nur eine geringe Menge eines Gerinsels; wurde Essigsäure hinzugesetzt, so entstand ein sehr starker weisser Niederschlag, der sich in einem Ueberschuss der Säure löste; in der essigsäuren Lösung brachte Gerbsäure einen weissen Niederschlag hervor, der später zu einer grauen Masse zusammenging; Kalkwasser endlich erzeugte beim Kochen eine bedeutende Menge zusammenklebender Flocken.

Wenn hiernach nun erwiesen war, dass die Kleberkrystalle Hartig's hauptsächlich aus Casein bestehen, so hatte anderseits das Mikroskop gezeigt, dass diese Krystalle keineswegs die einfache Beschaffenheit sonstiger Krystalle, sondern eine complicirte, fremdartige Zusammensetzungsweise besitzen und eigentlich nur als Bläschen mit krystallinischem Inhalt zu bezeichnen sind; es war demnach von Wichtigkeit, das Casein in wirklich einfachen Krystallen zu erhalten. Meine Bemühungen (dies Journ. LXXIV, 436) wurden mit Erfolg gekrönt und die Darstellungsweise des krystallisirten Caseins ist so einfach, dass man mit Leichtigkeit bedeutende Quantitäten desselben darstellen kann. Man übergiesst nämlich 1 Th. Klebermehl mit 10—12 Th. Wasser und erhitzt das Ganze bei 40—50° C. einige Zeit im Wasserbade; hierbei lösen sich nämlich auch die Kleberkrystalle Hartig's. Die Lösung wird nun abfiltrirt und von Neuem bei 40—50° C. im Wasserbade zum allmählichen Verdunsten (ohne jedoch in der Lösung zu rühren) erhitzt; nach einigen Stunden schon beginnt die Ausscheidung des krystallinischen Caseins in weisser zusammenhängender Masse. Es ist nicht rathsam, das Abdampfen zu weit zu treiben, da überdiess später keine krystallinische Abscheidung erfolgt. Während des Abdampfens bildet sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit eine Haut, die wahrscheinlich zu Boden sinkt und sich wieder erneuert, denn stets habe ich die krystallinische Caseinmasse von einer zusammenhängenden klebrigen Decke überkleidet gefunden. Man giesst nun die Mutter-

lauge ab, lässt gehörig abtröpfeln und wäscht mit kaltem, destillirtem Wasser aus; die Anwendung von warmem Wasser, worin die Krystalle etwas löslich sind, ist nicht zweckmässig, da dieselben, an und für sich schon von ziemlich weicher, klebriger Beschaffenheit, leicht zusammenballen. Mag man nun aber so lange, wie diese Krystalle es gestatten, mit Wasser auswaschen, stets röthen sie, mit Wasser angefeuchtet, blaues Lakmuspapier, und es ist bemerkenswerth, dass diese Röthung genau den Umfang der Caseïnmasse zeigt, sich auch durch Aufsaugung und Anziehung des Lakmusfarbestoffes bis in die Caseïnmasse hineinstreckt, dass aber die auf dem Lakmuspapier weitergehende feuchte Zone die blaue Farbe unverändert beibehält. Auch durch anhaltendes Aussüssen mit Alkohol geht die saure Reaction nicht verloren, so dass ich gezwungen bin, *diese Krystalle als eine Verbindung von Caseïn mit jener Säure anzusehen, deren Reaction ich zum Theil schon mitgetheilt und die offenbar die Löslichkeit des Caseïns in Wasser vermittelt.*

Durch die Behandlung der Krystalle — die ich der Kürze halber schlechtweg als Caseïnkrystalle bezeichne — mit Alkohol tritt eine Veränderung mit ihnen ein; während sie vorher eine klebrige Beschaffenheit besaßen, ist diese jetzt verschwunden; vorher lösten sie sich mit Leichtigkeit in Ammoniak, jetzt bleibt die ammoniakalische Flüssigkeit selbst bei starkem Schütteln lange Zeit vollständig trübe; *es ist also das Caseïn unter Beibehaltung der Krystallform durch den Alkohol coagulirt wurden.*

In verdünnter Aetzkallilösung lösen sich die coagulirten Krystalle, besonders beim Erwärmen, sehr leicht zu einer vollkommen klaren, farblosen Flüssigkeit auf. Eine solche Lösung bleibt, selbst wenn sie nur schwach alkalisch reagirt, beim Kochen klar und zeigt nur geringe Opalisirung; auf Zusatz von Essigsäure entsteht ein weisser Niederschlag, der sich leicht in einem Ueberschuss der Säure löst. *Wird die schwach alkalische Lösung mit Milchsücker und Labflüssigkeit versetzt und in einem nur leicht bedeckten Gefäss bei Seite gestellt, so tritt ganz allmählich eine Säuerung ein, so dass nach Verlauf der ersten 24 Stunden*

die alkalische Reaction fast vollständig verschwunden und nach fernern 24 Stunden eine schwache Säuerung und vollständige Coagulation eingetreten ist; die coagulierte Flüssigkeit, die zuerst milchig und gallertartig erscheint, scheidet sich bald, wie die coagulierte Thiermilch, in eine klare molkenähnliche Flüssigkeit und in weisse Caseinklumpen, die theils an der Oberfläche schwimmen, theils auf dem Boden des Glases liegen.

Wenn man den wässrigen Auszug des Klebermehls statt bei 40—50° C. unter der Luftpumpe abdampft, so scheiden sich allerdings auch bedeutende Mengen krystallisirten Caseins ab, allein diese Krystalle haben eine *körnerartige* Beschaffenheit, ohne deutlich hervortretende Krystallflächen; nebenbei bilden sich auch hier hautartige, nicht krystallinische Massen, die sich wie der aus dem Weizenmehl darstellbare Kleber (Pflanzenfibrin) verhalten; sie klebten zwischen den Fingern, konnten in Fäden gezogen werden, wurden beim Austrocknen bräunlich, gummiartig zerfallend und zerreiblich; mit kaltem Wasser übergossen, erscheinen sie wieder weich, klebend und undurchsichtig, unter kochendem Wasser verloren sie aber vollständig ihre klebende Eigenschaft, wurden zerreiblich und undurchsichtig weiss, waren also in einen coagulirten Zustand übergegangen; beim Austrocknen dieses coagulirten, unreinen, amorphen Caseins, das übrigens, wie das krystallisirte sauer reagirt, wurde es wieder bräunlich durchscheinend, erschien aber, mit kaltem Wasser in Berührung gebracht, sehr bald von Neuem undurchsichtig weiss; die Klebrigkeit blieb verschwunden. Es scheint hiernach, dass die Bezeichnung Pflanzenfibrin vollständig in der Phytochemie gestrichen werden müsse und dass alles das, was man bisher mit diesem Worte bezeichnete, nichts weiter sei, als unreines, amorphes, mit einer Säure verbundenes Casein.

Anmerkung.

Mit dem Kleber der Cerealien ist ebenfalls eine Säure vorhanden, denn eine Schnittfläche des Weizen- oder Roggenkornes auf angefeuchtetes Lakmuspapier gelegt, markirt sich durch Röthung zuerst in ihrer Peripherie also da,

wo die Kleberzellen auftreten. Aber auch die im Innern des Kornes liegenden Amylonzellen zeigen saure Reaction, die zwar schwach, aber doch unverkennbar hervortritt, wenn man einige Partikelchen auf recht empfindliches Lakmuspapier bringt. Dass in den Zellen der Kartoffel eine sauer reagirende Flüssigkeit vorhanden ist, ist eine längst bekannte Thatsache, die zu wenig in Betracht gezogen worden und doch, wie mir scheint, den Schlüssel für eine Erscheinung bietet, die bis jetzt von vielen Seiten bezweifelt worden ist, nämlich die theilweise Löslichkeit des zerriebenen Stärkemehls in kaltem Wasser (dies. Journ. LVI, 408). Ich muss gestehen, dass diese Erscheinung allerdings etwas Räthselhaftes hat, zumal es feststeht, dass eine Amylonlösung nach Verlauf von einiger Zeit Amylon als unlösliche Modification absetzt, während die darüber stehende Flüssigkeit keine durch Jod nachweisbare Stärke aufgelöst hält und dass ferner der Stärkekleister durch öfteres Ausziehen mit Wasser von allem löslichen Amylon befreit werden kann.

Nimmt man nun aber an, dass ein kleiner Theil des in den Amylonbläschen vorhandenen Amylons mit derjenigen Säure verbunden ist, die in dem wässrigen Zellsaft vorhanden ist, so entsteht auf einmal Licht in dieser Angelegenheit. Man könnte dann allerdings nicht schlechtweg sagen: die Amylonbläschen enthalten lösliches und unlösliches Amylon, sondern unlösliches Amylon und mit Säure verbundenes und dadurch in kaltem Wasser lösliches Amylon.

In dem Pflanzenkörper ist also, wie es scheint, das lösliche Amylon im freien Zustande nicht vorhanden; man würde das Letztere nur dadurch erhalten, dass man unlösliches Amylon (also auch Stärkekleister, den man durch Ausziehen mit kaltem oder lauem Wasser von allen löslichen Stoffen befreit hat) mit Wasser kocht und die entstandene Lösung durch Alkohol fällt.

Die Kartoffelstärke, so wie sie im Handel existirt, zeigt, auf Lakmuspapier gebracht, eine sehr deutliche saure Reaction, die nicht verschwindet, wenn man sie auch anhaltend mit Wasser auswäscht; durch warmen Alkohol

dagegen lässt sich die saure Reaction bedeutend vermindern. Es rührt diese Erscheinung, wie ich glaube, nicht von jener Säure her, die auch in dem Zellsaft enthalten ist, sondern von einer fetten oder fettähnlichen Säure, die schon von Payen beobachtet worden ist, und in der That hinterlässt der alkoholische Auszug bei seinem Verdampfen einen bräunlichen, stark sauer reagirenden Rückstand, der auf Papier einen Oelfleck erzeugt.

Dass aber diese fette Säure nicht die Ursache der theilweisen Löslichkeit von zerriebenem Stärkemehl in kaltem Wasser sein kann, geht, abgesehen von allem Uebrigen, einfach daraus hervor, dass das mit Alkohol ausgesüsste Mehl noch immer eine Amylonlösung mit kaltem Wasser liefert.

Eine merkwürdige Erscheinung, die durch mehrere Versuche festgestellt wurde, möchte ich bei dieser Gelegenheit gleichfalls erwähnen. Wenn man nämlich 16 Theile klarer Amylonlösung mit etwa 1 Theil einer klaren verdünnten Eiweissflüssigkeit (Hühnereiweiss mit so viel Wasser versetzt, dass es sich filtriren lässt) vermischt, so zeigt es sich, *dass in demselben Zeitraum, in dem sowohl die unversetzte Amylonlösung, als auch die unversetzte diluirte Eiweissflüssigkeit noch klar sind, schon ein weisser, voluminöser Niederschlag, der sich wie unlösliches Amylon verhält, in jenem Gemenge entstanden ist.* Etwas Aehnliches tritt ein, wenn man statt thierischer Eiweissflüssigkeit, filtrirten Kartoffelsaft anwendet, der bekanntlich eine Proteinsubstanz gelöst enthält und, wie schon oben bemerkt, sauer reagirt; *auch hier tritt die Ausscheidung des Amylons weit früher ein, als in der unversetzten Amylonflüssigkeit; der abgeschiedene Niederschlag ist aber in diesem Falle nicht unlösliches Amylon, da er durch Schütteln mit kaltem Wasser sich wieder löst und die Lösung durch Jod tief blau gefärbt wird.*

Bleibt der Niederschlag, der sich in einer unversetzten oder mit Eiweiss versetzten Amylonlösung gebildet hat, mehrere Monate lang unter der Flüssigkeit, wobei eine Schimmelbildung auf der Oberfläche desselben eintritt, wird er dann auf ein Filtrum gebracht, ausgesüsst und suspendirt man ihn von Neuem in Wasser, so tritt

auf Zusatz von Jod keine Farbenveränderung ein, die Flüssigkeit erscheint so braun, als wäre keine andere Substanz zugegen; senkt sich jedoch der Niederschlag zu Boden, so erscheint er nicht weiss, sondern schmutzig hellbraun, bis schwarzbraun, je nachdem wenig oder viel Jod hinzugefügt worden; unter dem Mikroskop ist diese Farbe selbst bei geringer Vergrösserung nicht intensiv und leicht übersehbar. Kocht man aber den Niederschlag zuerst mit Wasser und setzt erst nach dem Erkalten Jod hinzu, so entsteht dagegen eine tief dunkelblaue Färbung; blau färbt sich der durch Jod braun gewordene Niederschlag nach einiger Zeit auch durch Stehenlassen mit Jodkalium-Jodlösung.

Es versteht sich von selbst, dass die hier gemachten Mittheilungen einer specielleren und im grösseren Maassstabe ausgeführten Untersuchung bedürfen, um zu einer richtigen Einsicht in die Erscheinungen zu gelangen.

Der wässrige Auszug des Klebermehls (auf 1 Theil Klebermehl 10—12 Theile Wasser) bildet, selbst wenn man ihn mit einem gleichen Volumen Wasser verdünnt, nach Verlauf von etwa 2 Tagen von selbst starke Absätze körnig krystallisirenden Caseïns, die ebenso aussehen, wie das unter der Luftpumpe erhaltene; dabei wimmelt die darüber stehende Flüssigkeit von einer Unzahl von Vibrationen, obgleich die Nase nicht merklich afficirt wird und was noch besonders beachtenswerth ist, die Flüssigkeit nimmt nach mehreren Tagen, indem eine etwas dunklere Färbung eintritt, einen auffallenden Dichroismus an, indem das durchgehende Licht bräunlich, das reflectirte grünlich erscheint, auch zeigt sie nach Marbach's Beobachtung (die ich nur bestätigen kann) eine dem Uranglase ähnliche, starke Fluorescenz. Diese Veränderung scheint rascher einzutreten, wenn man die Flüssigkeit z. B. durch Ammoniak schwach alkalisch macht, wie denn auch eine Zersetzung des Caseïns in solcher alkalischen Flüssigkeit in kurzer Zeit eintritt und sich durch den Geruch sehr unangenehm bemerkbar macht.

Die Caseïnmasse, wie sie aus einer bei 40—50° C.

erwärmten Lösung ausgeschieden wird, ist eine Zusammenhäufung einer Unzahl sehr gut ausgebildeter Kryställchen, die allerdings nur mikroskopische Grösse besitzen, doch ist es mir gelungen, sie schon von solcher Beschaffenheit zu erlangen, dass man sie mit blossem Auge erkennen konnte; im Sonnenlicht gewahrt man die krystalinische Beschaffenheit der trocknen Caseinmasse ebenfalls ganz deutlich, indem das Licht sehr stark von den kleinen Flächen reflectirt wird.

Die Form der Krystalle ist die einer 6seitigen dicken Tafel; die Flächen sind in der Regel gerade, doch findet man auch häufig Krystalle, bei denen sie stark gekrümmt sind, und es scheint, als wenn dieses vorzugsweise *beim HerauskrySTALLISIREN aus kalten Lösungen* stattfindet, wesshalb denn auch die unter der Luftpumpe erhaltenen Krystalle ein körnerartiges Ansehen besitzen.

Die Form gehört unzweifelhaft dem regulären System an, und man erhält genau dieselben Verhältnisse, wenn man ein Octaëder parallel einer seiner Octaëder-Flächen in 3 gleiche Theile zerlegt denkt: der mittlere Theil stellt dann in jeder Beziehung eine jener 6seitigen Tafeln dar.

In meiner ersten Mittheilung über diese Krystalle (s. dies. Journ. LXXIV, 436) und auch später (Bot. Zeitung 1859. p. 22) habe ich die Behauptung aufgestellt, dass sie das polarisirte Licht nicht afficiren; so müsste man allerdings auch ohne weitere Beobachtung schliessen, da gemeinhin angenommen wird, dass die Krystalle des regulären Systems in allen Richtungen nicht doppelbrechend wirken; jedenfalls war diese Meinung wohl hauptsächlich die Ursache, dass ich die schwache Doppelbrechung, die bei den Caseinkrystallen in der That stattfindet, übersah, bis H. v. Mohl mich auf meinen Fehler aufmerksam machte.

Ich habe nun nachträglich die betreffenden Beobachtungen mit dem Polarisationsmikroskop von Neuem aufgenommen, legte jetzt aber auf Mohl's Rath die coagulirten Caseinkrystalle in Anis- oder Nelken-Oel statt in Wasser; die Doppelbrechung ist bei Anwendung dieses Hilfsmittels nicht zu übersehen, und wir hätten also bei

diesen winzigen CaseïnkrySTALLen dasselbe, was Brewster zuerst am Analcim, Biot am Alaun, Flussspath und Kochsalz, Mitscherlich am chloresauren Natron und Marchbach am salpetersauren Baryt und Strontian, am bromsauren Nickeloxydul und Kobaltoxydul etc. beobachtete, eine Erscheinung, die Biot als Folge einer secundären Wirkung betrachtet, nämlich als Folge des lamellenartigen Baues der Krystalle, wesshalb er sie auch mit dem Namen *Polarisation lamellaire* bezeichnete.

Dass ein lamellenartiger Bau bei den CaseïnkrySTALLen ebenfalls vorhanden ist, lässt sich sehr schön durch Einwirkung von Ammoniak auf coagulirte Krystalle nachweisen; auffallend bleibt es aber, dass schon so kleine Krystalle jene Polarisation zeigen, während die vorhin aufgezählten Körper erst in ziemlich bedeutender Dicke wirksam werden; allein auch die CaseïnkrySTALLe zeigen, nur wenn sie auf der hohen Kante liegen, die nachfolgend beschriebenen Erscheinungen mit aller Deutlichkeit.

Werden die Nicols parallel gestellt, erscheint also das Gesichtsfeld hell, so erblickt man die Krystalle in 4 verschiedenen Lagen hell und in 4 mit jenen wechselnden Lagen etwas verdunkelt.

Werden die Nicols gekreuzt, ist also das Gesichtsfeld dunkel, so erscheinen die Krystalle in 4 Lagen dunkel und in 4 Lagen erhellt; operirt man hierbei mit recht günstigem Tages- oder mit Lampen-Licht, so sieht man jedoch bei recht aufmerksamer Betrachtung der auf den schmalen Seitenflächen liegenden Krystalle, dass die Erhellung derselben nicht gleichmässig erfolgt, dass vielmehr jene Fläche sich in 4, mit ihren Spitzen einander berührende, ungleich erhellte Dreiecke getheilt hat; je zwei derselben liegen also einander gegenüber und zwar sind die, welche die längere Seite der Krystallfläche zur Basis haben, verhältnissmässig stark erleuchtet, nehmen jedoch nach ihren Spitzen zu an Helligkeit ab, so dass sie fast unmerklich in die beiden anderen schmalern Dreiecke, welche verdunkelt erscheinen, übergehen. Es ist nicht leicht, dieses Verhältniss auf den ersten Blick wahrzunehmen, und selbst wenn man sich damit vertraut gemacht hat, gehört Ruhe,

Aufmerksamkeit und sorgsame Einstellung des Mikroskops dazu, um die Erscheinungen von Neuem zu erfassen; zweckmässig fand ich es, den Spiegel des Mikroskopes schwach auf und nieder zu bewegen, so dass das Gesichtsfeld bald etwas dunkler, bald heller aussieht; bei diesem hellen Gesichtsfelde glaube ich sogar zu erkennen, dass ein kaum sichtbares dunkles Kreuz, dessen Schenkel von den 4 Ecken der schmalen Krystallfläche ausgehen, zwischen jenen ungleich erhellten Dreiecken liegt.

Nimmt man bei diesen Versuchen eine Glimmer- oder Gypsplatte zu Hülfe und zwar von einer solchen Dicke, dass das Roth erster Ordnung erscheint, so erscheinen die Caseinkrystalle je nach ihrer Lage bald gelb, bald violettroth, bald ebenso, wie das Gesichtsfeld selbst gefärbt; dreht man nun das ganze untere System, d. h. den untern Nicol, die auf ihm befestigte Glimmerplatte und das Objectglas, nach Links um seine Achse, so geht das rothe Gesichtsfeld sehr bald in ein grünes über; während dieses Ueberganges nimmt die Intensität der gelben Farbe des fixirten Caseinkrystalles zu. Ist das Gesichtsfeld vollständig grün geworden, so fängt die Farbe des Krystalles, wie die des Gesichtsfeldes, bei weiterer Drehung an zu erbleichen und dieses Erbleichen des Krystalles nimmt zu, bis während des Ueberganges vom schwach grünlichen zum schwach röthlichen Gesichtsfelde die Farbe des Krystalles in ein schwaches Violett umschlägt. Diese letztere Färbung wird nach und nach intensiver, erbleicht aber vollständig, wenn die Intensität des rothen Gesichtsfeldes zunimmt, bis endlich beim dunkelsten Roth, wenn also die Drehung den ersten Halbkreis durchlaufen hat, plötzlich die gelbe Farbe des Krystalles wieder auftaucht. Für den zweiten Halbkreis ist die beschriebene Farbefolge dieselbe, so dass also der Krystall bei einer ganzen Umdrehung zweimal gelb, zweimal violettroth und viermal entfärbt erscheint.

Lässt man von dem untern System bei vorhergehender Einstellung auf das intensivere Roth den Nicol und die Glimmerplatte unberührt und dreht nur die Objectplatte, so erbleicht die gelbe Farbe des Krystalles, um in

Violett überzugehen, das von Neuem erbleicht, um sich in Gelb zu verwandeln etc., so dass auch bei diesem Versuche zweimal Gelb, zweimal Violett und viermal Erbleichung auftritt.

Eine Circularpolarisation, wie sie von Marbach (Pogg. Ann. XCI, 482 und XCIV, 412) an Krystallen des regulären Systems nachgewiesen worden ist, findet also bei den CaseïnkrySTALLen, wenigstens bei dieser geringen Grösse in keiner erkennbaren Weise statt.

Zum Studium der Circularpolarisations-Erscheinungen an und für sich vermitteltst des Polarisationsmikroskopes empfehle ich folgende einfache Vorrichtung: man befestigt eine 1,5—2 Zoll hohe, im Innern geschwärzte Metallröhre, deren innerer Durchmesser nur wenige Linien zu betragen braucht, vermitteltst Wachs auf einem Objectglase, doch so, dass die von der Röhre umschlossene Glasstelle vollkommen rein bleibt und füllt nun die Röhre mit klarem Zuckersaft; nimmt man nun auf irgend eine Weise, z. B. mittelst eines Glasstabes nach und nach einige Tropfen des Zuckersaftes heraus, so kann man die Erscheinungen der Circularpolarisation ohne besondere Mühe an Schichten der verschiedensten Dicke studiren, und schiebt man schliesslich die ganze Vorrichtung bei Seite und beobachtet einen Tropfen Zuckersaft unmittelbar zwischen Deck- und Objectglas, so hat man es mit einer wirklich mikroskopisch dünnen Schicht zu thun und überzeugt sich leicht, dass dann (beim Zuckersaft wenigstens) eine Einwirkung auf das polarisirte Licht nicht zu beobachten ist.

Eine Elementaranalyse der CaseïnkrySTALLE, die selbst jetzt schon von hohem Interesse gewesen wäre, habe ich noch nicht ausführen können, doch wurde eine vorläufige Gewichtsbestimmung des Wasser- und Aschen-Gehaltes unternommen; hiernach verloren 0,633 lufttrocknes Caseïn bei mehrstündigem Verweilen in einem Luftbade von $100^{\circ} \text{C} = 0,072$, also 11,37 p.C. Feuchtigkeit. Die bei 100°C . entwässerten Krystalle wurden nun verkohlt, was unter Schmelzen und starkem Aufblähen stattfand; die glänzende Kohle wurde vorsichtig zerdrückt und hinter-

liess bei der Verbrennung, welche langsam, aber gut erfolgte, einen Rückstand, der 0,001 wog, also für 0,633 lufttrocknes Casein berechnet, fast 0,16 p.C. betrug.

Als letzter Hauptbestandtheil des Klebermehls blieben nach dessen Behandlung mit kaltem Wasser und verdünnter Ammoniakflüssigkeit: die Weisskerne Hartig's, die dann gewöhnlich mit mehr oder weniger Zellgewebe des Nusskernes vermenget sind. Durch die mikroskopische Untersuchung wissen wir schon, dass diese Weisskerne in verdünnten Säuren auflöslich sind. Sie wurden also, nachdem sie sorgfältig ausgewaschen waren, mit einem Gemisch von 1 Theil *Acetum concentrat. Pharm. bor.* und 16 Theilen Wassers übergossen und über Nacht stehen gelassen. Die von dem Rückstande abfiltrirte Lösung zeigte nun folgende Reactionen:

Gerbsäure, kein Niederschlag.

Alkohol, sofort weisse dicke Fällung.

Aetzkali, erzeugt zuerst gelatinöse Flocken, dann wird die Flüssigkeit dickschleimig und durchscheinend; auf Zusatz von mehr Kali wird sie allerdings liquider und durchscheinender, doch erfolgt selbst durch Kochen keine vollständige Lösung; durch starken Alkohol wird die alkalische Flüssigkeit weisslich getrübt und setzt sehr bald einen flockigen weissen Niederschlag ab.

Ammoniak, erzeugt einen weisslichen durchscheinenden Niederschlag, indem die Flüssigkeit dickschleimig wird; in einem Uebermaass des Fällungsmittels löst sich der Niederschlag nicht.

Kalkwasser, giebt zuerst keine Fällung, dann aber einen weisslichen durchscheinenden Niederschlag, indem die Flüssigkeit dicklich schleimig wird.

Borax, einen weissen durchscheinenden Niederschlag, indem die Flüssigkeit dickschleimig wird; auf Zusatz von Wasser und durch Kochen bildet sich nachher bald ein flockiger weisser Absatz.

Chlorcalcium, kein Niederschlag; beim Erhitzen aber entsteht ein flockiger weisser Niederschlag, der nach dem Erkalten in einiger Zeit wieder vollständig verschwindet.

Alaun, im ersten Augenblick kein Niederschlag, dann aber plötzlich eine starke weisse Fällung.

Wasserglas, zuerst ein Niederschlag wie durch Aetzkali; durch mehr Wasserglas verschwindet derselbe nach kurzer Zeit vollkommen, doch erscheint die Flüssigkeit etwas schleimig und erstarrt nachher zu einer klaren Gallerte.

Eisenchlorid, im verdünnten Zustande hinzugefügt, ein weisser Niederschlag, der durch Kochen sich nicht färbt, auch nicht verschwindet; auf Zusatz von Aetzkali färbt die Flüssigkeit sich braun, ohne dass der Niederschlag gelöst wird.

Schwefelsaures Kupferoxyd, bläulicher Niederschlag; auf Zusatz von Aetzkali und durch Kochen wird der Niederschlag blau, ohne dass eine Schwärzung erfolgt.

Bleissig, weisser dicker Niederschlag.

Bleizucker, weisser dicker Niederschlag.

Zinnsolution, weisser durchscheinender Niederschlag.

Salpetersaures Quecksilberoxydul, sehr starker, weisser, flockiger, aber schwerer Niederschlag, der beim Kochen weiss bleibt.

Wenn die mitgetheilten Reactionen auch nicht in allen Punkten genau mit denen übereinstimmen, welche von den verschiedenen Arten des Pflanzenschleims im Allgemeinen bekannt sind, so weisen sie doch unzweifelhaft auf einen zu dieser Klasse gehörigen Körper hin; ich habe demnach auch für den unbestimmten Ausdruck Hartig's Weisskern den bestimmten Namen Schleimbläschen gebraucht, durch den man sofort erfährt, welche Substanz vorherrschend in jenen Gebilden deponirt ist. Dass ausser Schleim noch andere Stoffe in den Schleimbläschen enthalten sind, haben wir bereits durch die mikroskopische Untersuchung erfahren, da diese Bläschen nach der Einwirkung von Aetzkali und Pigmentlösung sich mehr oder weniger gefärbt zeigen. Hiernach musste also noch eine proteïnähnliche Substanz zugegen sein, und in der That zeigt der Rückstand nach Behandlung der Schleimbläschen mit verdünnter Essigsäure nicht allein zerrissenes Zellgewebe, sondern auch kleine Mengen einer grumösen Masse, die unregelmässig zwischen dem Zell-

gewebe vertheilt lag und die das Mikroskop als farbeziehend und durch Jod braun werdend, erkennen liess.

Zur nähern Prüfung wurde der Rückstand gut ausgewaschen und dann in 2 Theile getheilt, von denen der eine mit concentrirter Essigsäure, der andere mit sehr verdünnter Aetzkalilauge übergossen wurde. Beide Theile liess man über Nacht bei gewöhnlicher Temperatur stehen und filtrirte dann.

In der *alkalischen* Lösung entstand nun auf Zusatz von Essigsäure eine weisse Trübung, die durch einen Ueberschuss von Säure nicht vollständig verschwand, indem die Flüssigkeit etwas opalisirend blieb, wurde nun Gerbsäure hinzugefügt, so bildete sich von Neuem eine Trübung und es sammelten sich bald ins Graue ziehende Flocken auf dem Boden des Glases.

Die durch Essigsäure aus dem zweiten Theile des Rückstandes bereitete Lösung wurde etwas verdünnt und mit soviel Ammoniak versetzt, dass die Flüssigkeit noch sauer reagirte; auch in dieser Flüssigkeit erzeugte Gerbsäure eine Trübung und es sammelten sich nach einiger Zeit graue Flocken am Boden des Glases.

Man sieht also, dass in den Schleimbläschen, ausser Pflanzenschleim als Hauptbestandtheil, in der That auch noch ein Körper vorhanden ist, der sich wie eine Proteinsubstanz verhält; eine genauere Erkennung derselben musste ich vorläufig aufgeben, wie denn auch auf andere, noch etwa vorhandene Stoffe für jetzt keine Rücksicht genommen werden konnte.

Zum Schlusse der vorliegenden Arbeit theile ich noch einige Bestimmungen über den Wasser- und Aschen-Gehalt des Klebermehls mit:

3,943 lufttrocknes Klebermehl bei 90° C. mehrere Stunden lang getrocknet, zeigten einen Wasserverlust von 0,356, also 9 p.C. Der Rückstand wurde verkohlt und verbrannt, und gab an Asche 0,497, also auf 3,943 Klebermehl berechnet 12,5 p.C.

Die Kohle des Klebermehls wurde mit destillirtem Wasser ausgekocht und das Filtrat untersucht. Es reagirte etwas alkalisch.

Salpetersaures Silberoxyd gab einen dicken weissen Niederschlag, der sich in Salpetersäure nicht ganz löst, also = Chlor.

Chlorbaryum, weisser Niederschlag, der sich in Salpetersäure sofort ohne Brausen löst, also mit Bezug auf die Silberreaction = Pyrophosphorsäure.

Ammoniak und phosphorsaures Natron, ein geringer, aber deutlicher Niederschlag = Magnesia.

Weinsäure und Alkohol, oder Platinchlorid und Alkohol, die bekannten Niederschläge, also = Kali.

Ein Theil der Lösung mit Alkohol versetzt und angezündet, giebt keine Reaction auf Natron.

Die ausgewaschene Kohle wurde getrocknet und mit Hülfe einiger Tropfen Salpetersäure verbrannt. Die Asche wurde mit Wasser ausgekocht; in der abfiltrirten Flüssigkeit waren nur Phosphorsäure, Kali und Spuren von Magnesia nachweisbar. Das in Wasser Unlösliche wurde mit verdünnter Salzsäure übergossen, wodurch sogleich eine vollständige Lösung ohne Aufbrausen stattfand. Die Lösung wurde versetzt mit

Schwefelsäure und Alkohol, starker Niederschlag von Gyps, also = Kalkerde.

Zu der vom Gyps abfiltrirten Flüssigkeit wurde *Ammoniak* hinzugefügt, sehr starker Niederschlag von phosphorsaurer Ammonik-Magnesia, also = Magnesia.

Wenn man beachtet, dass nach der vorliegenden Untersuchung in den wässrigen Lösungen nur geringe Quantitäten Magnesia und Chlor vorhanden, dagegen bedeutendere Mengen Phosphorsäure und Kali zugegen sind, so kann man schon nach dieser qualitativen Untersuchung mit Gewissheit aussprechen, dass die Klebermehlasche aus kleinen Mengen Chlorkalium und phosphorsaures Kali und grösseren Mengen phosphorsaurer Kalkerde und phosphorsaurer Magnesia zusammengesetzt ist.