

Sitzungsberichte

der

königl. bayerischen Akademie der Wissenschaften

zu München.

Jahrgang 1862. Band II.

München.

Druck von J. G. Weiss, Universitätsbuchdrucker.

1862.

In Commission bei G. Franz,

erhält. Damit wäre das, was oben über die Form der Function $f(x)$ in Gleichung (VI) gesagt wurde, bestätigt. Es kann zugleich erwähnt werden, dass diese Gleichung die Vertheilung der Electricität auf der Oberfläche eines isolirten sehr dünnen Cylinders darstellt.

Wie am Anfange ausgesprochen wurde, war es meine Absicht, in dem Vorhergehenden nur vorläufige Andeutungen zu geben über den Weg, der zu befolgen wäre, um die mathematische Theorie des Magnetismus weiter auszubilden. Die angeführten Resultate zeigen, wie ich glaube, ganz entschieden, dass der bezeichnete Weg zum Ziele führt: ob es gelingen wird, die nicht unbedeutenden analytischen Hindernisse, welche dabei sich darbieten, zu beseitigen und für die in der Praxis vorkommenden Fälle einfache Gesetze und Formeln herzustellen, ist eine andere Frage.

Herr Nägeli hielt einen Vortrag

„über die crystallähnlichen Proteinkörper und ihre Verschiedenheit von wahren Crystallen.“

(Hiezu 2 Tafeln)

1. Ueber die aus Proteinsubstanzen bestehenden Crystalloide in der Paranas.

Von Hartig wurde zuerst (Bot. Zeit. 1856 p. 257 und Pflanzenkeim 1858 p. 108) auf crystallähnliche, aus Proteinverbindungen bestehende Bildungen in den Saamen aufmerksam gemacht. Dieselben wurden dann von Holle (Neues Jahrbuch für Pharmacie von Walz und Winkler 1858 X p. 1, 1859 XI p. 338), Radlkofer (Crystalle proteinartiger Körper 1859), Maschke (Bot. Zeit. 1859 p. 409) untersucht. Die genannten Beobachter bezeichnen sie als Crystalle, was mit Rücksicht

auf die Gestalt seine volle Berechtigung hat. Sie weichen aber, wie ich in den folgenden Mittheilungen zeigen werde, in sehr wesentlichen Merkmalen von den eigentlichen Crystallen ab, und desswegen will ich sie Crystalloide nennen.

Meine Untersuchungen beziehen sich bloss auf die Proteincrystalloide der Paranuss (Saamen von *Bertholletia excelsa*). Dieselben wurden aus der zerriebenen Substanz des Saamens einmal durch Auswaschen mit fettem Oel und nachherige Behandlung mit Aether, ein anderes Mal durch Auswaschen mit Aether gewonnen. Ausserdem stand mir zur Untersuchung ein Präparat von Maschke zu Gebot, von dem derselbe angibt, dass es durch Crystallisation aus einer gesättigten Lösung künstlich dargestellt sei.

Crystallographische Verhältnisse.

Mit Rücksicht auf die Crystallform der Proteincrystalloide der Paranuss gibt Hartig (Bot. Zeit. 1856 p. 300) an, dass sie Rhomboeder seien, und zwar so scharf wiedergegeben, wie am schönsten isländischen Doppelspath. Radlkofer, der sich genauer und sorgfältiger mit der Crystallform beschäftigte (l. c. p. 63), sagt ebenfalls, dass sie dem hexagonalen System angehören, und dass der spitze Winkel der Rhomboederfläche ungefähr 60° betrage. Maschke dagegen (Bot. Zeit. 1859 p. 419) weist sie dem tesseralen System zu; nach ihm kommen die regelmässigsten Octaeder, Tetraeder, aber auch sechsseitige Tafeln und ganz besonders spitze Rhomboeder vor, welche letztern offenbar dadurch aus einem Octaeder entstanden seien, dass zwei gegenüberliegende Octaederflächen durch Wachsen der sie begrenzenden übrigen Flächen verschwanden.

Was zuerst die Annahme Maschke's betrifft, so scheint mir dieselbe unhaltbar. Denn einerseits sind die von ihm erwähnten Tetraeder von andern Beobachtern nicht gesehen worden (ich kann unter einer Unzahl von Crystalloiden keine Andeutung dieser Form auffinden) und das Rhomboeder kommt im tesseralen System nicht vor. Andererseits sind die Crystalloide

doppelbrechend und müssen auch aus diesem Grunde einem andern Systeme angehören.

Dagegen lassen sich allerdings die beobachteten Crystallformen ohne genaue Winkelmessungen alle auf das Rhomboeder mit mehr oder weniger weit gehender Abstumpfung der beiden Endecken zurückführen. Manche Crystalle scheinen wirkliche Rhomboeder zu sein (Fig. 2), andere sich nur durch die abgestumpften Enden zu unterscheiden (Fig. 1, 10, 5 — 9). Bei andern ist die Abstumpfung so weit gegangen, dass sie scheinbar regelmässige Octaeder geworden sind (Fig. 4, 11, 12). Bei noch andern hat die Abstumpfung die seitlichen Ecken überschritten; sie sind Tafeln, an denen man aber noch die Seitenkanten des Rhomboeders sehr deutlich wahrnimmt (Fig. 3, 16). Anderweitige Abstumpfungen kommen nicht vor.

In den citirten Figuren sind die zwei spitzen Enden des Rhomboeders oder deren Abstumpfungsflächen mit *a* und *b* bezeichnet. Von den 6 Rhomboederflächen sind je die zwei gegenüberstehenden durch *m* und *n*, *p* und *q*, *r* und *s* angezeigt; *m*, *p* und *r* grenzen an das eine, *n*, *q* und *s* an das andere Ende. In Fig. 1 und 2 ist die Hauptaxe (*a*—*b*) horizontal, in Fig. 3 und 4 senkrecht zur Papierebene. — Fig. 5 — 10 stellt das nämliche Crystalloid in verschiedenen Lagen dar. Fig. 5—9 wurden dadurch erhalten, dass die um einen Punkt sich drehende Axe eine zur Papierebene verticale Ebene beschrieb. In Fig. 5 liegt die Axe etwas schief, so dass die eine Endfläche (*a*) auf der zugekehrten, die andere (*b*) auf der abgekehrten Seite sich befindet. In Fig. 6 ist die Axe etwas mehr aufgerichtet; die zwei Flächen *r* und *s* stehen vertical. Fig. 7 zeigt den Körper in senkrechter Axenstellung; die Fläche *a* ist horizontal und zugekehrt. In Fig. 8 ist die Axe etwas nach links geneigt; die Flächen *n*, *p*, *m* und *q* sind senkrecht; auf der zugekehrten Seite befinden sich bloss *r* und *a*. In Fig. 9 ist die Axe noch mehr geneigt, so dass die zugekehrte Fläche *r* horizontal liegt. Fig. 10 endlich befindet sich in horizontaler Axenstellung, ist aber aus der Lage, die Fig. 5 zeigt, 60° um die horizontale

Axe gedreht worden. — Fig. 11 und 12 stellen ein Octaeder dar; in Fig. 11 ist eine Ecke zugekehrt; in Fig. 12 stehen 4 Seiten vertical.

Alle genannten Formen lassen sich aber ebenso gut aus einem schiefen rhombischen Prisma mit geringerer oder stärkerer Abstumpfung der beiden spitzen Ecken erklären, und diese Annahme ist aus verschiedenen Gründen die wahrscheinlichere. Doch bemerke ich zum Voraus, dass die Beobachtung mit mehreren, fast nicht zu überwindenden Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Einmal ist wegen der Kleinheit der microscopischen Crystalloide eine vollkommen horizontale Lage der zu messenden Winkel nicht leicht zu controliren. Ferner können die Crystalloide wohl leicht gedreht werden; aber es ist schwer, sie in der gewünschten Lage zu fixiren, und noch schwerer oder beinahe unmöglich, die verschiedenen Seiten der rhomboeder- und octaederähnlichen Formen von einander zu unterscheiden. Endlich verändern sich die Winkel mit dem Medium, in welchem man sie betrachtet; sie zeigen im trockenen Zustande, in Glycerinlösung, in Wasser, in schwächsauren und alkalischen Lösungen etwas ungleiche Werthe. Obgleich viel Mühe und Zeit auf die Untersuchung verwandt wurde, so sind die Ergebnisse doch nicht so befriedigend und entscheidend, als es wünschbar wäre.

Die Winkelmessungen mit einem auf das Ocular aufgesetzten Goniometer ausgeführt, erlauben eine Genauigkeit bis auf einen Grad. Jeder Winkel wurde mehrmals (3 — 6 mal) abgelesen; die Werthe variiren zuweilen nur um 1° (z. B. $63\frac{1}{4}$ — $64\frac{1}{4}^\circ$), zuweilen auch um 2° (z. B. $61\frac{1}{2}$ — $63\frac{1}{2}^\circ$), aber bei den grössern gut ausgebildeten Formen nicht um mehr. Nimmt man das Mittel, so ist der mögliche Fehler im erstern Falle höchstens $\frac{1}{2}^\circ$, im zweiten höchstens 1° .

Dass die Crystallform dem klinorhombischen und nicht dem hexagonalen System angehöre, dafür sprechen folgende Gründe:

1) In den rhomboederähnlichen Formen ist der spitze Winkel aller Rhomben (Fig. 1 δ) etwas grösser als 60° ; im trockenen

Zustande, in Glycerin und in Wasser wurde er gewöhnlich von 61° bis 65° gefunden. Wäre die Form ein wirkliches Rhomboeder, so müssten, wenn sich dasselbe zum Octaeder abgestumpft hat, die seitlichen Dreiecke einen Winkel zeigen, der grösser, und zwei die kleiner sind als 60° . Diess ist nicht der Fall; diese Dreiecke haben constant 2 grössere und einen kleineren Winkel; es wurden z. B. als Mittelwerthe gefunden

$$63^\circ, \quad 63\frac{1}{2}^\circ \text{ und } 54\frac{1}{2}^\circ$$

$$61\frac{1}{2}^\circ, \quad 62^\circ \quad \text{und } 57\frac{1}{2}^\circ$$

$$61^\circ, \quad 62^\circ \quad \text{und } 57^\circ.$$

2) Das Rhomboeder gibt in 3 verschiedenen Stellungen das gleiche klinorhombische Prisma (Fig. 2, 10). Bei den rhomboederähnlichen Formen der Crystalloide scheint diess nicht genau zuzutreffen. Es gibt ein Prisma, dessen Neigungswinkel ungefähr 75° beträgt, und ein zweites, bei dem derselbe Winkel einige Grade weniger ausmacht.

3) Wenn die Crystalloide Rhomboeder wären, so müssten bei der Einwirkung derjenigen Mittel, welche die relativen Dimensionen und die Winkel verändern, diese Veränderungen an den 6 Rhombenflächen des Octaeders in gleicher Weise eintreten. Diess scheint ebenfalls nicht statt zu haben. Es gibt eine rhombische Fläche, welche im trockenen Zustande und bei der Befeuchtung mit Wasser ihren spitzen Winkel von 63° – 65° kaum verändert, während andere ihn um 2° – $4\frac{1}{2}^\circ$ vergrössern oder verkleinern.

4) Die Abstumpfungsflächen der Rhomboederenden sind gleichseitige Dreiecke. Bei einigen Crystalloiden schien diess ziemlich zuzutreffen, indem die 3 Winkel der Abstumpfungsflächen wenig von 60° abwichen. In andern dagegen differirten diese Winkel deutlich um 2 — 6 Grade von einander.

Betrachten wir die Crystallform als ein schiefes rhombisches Prisma mit mehr oder weniger weit fortgeschrittener Abstumpfung der spitzen Ecken, so weicht dasselbe allerdings nur wenig von dem Rhomboeder ab. Mit Berücksichtigung aller verschiedenen Messungen können wir folgende Werthe als der

Wirklichkeit nahe kommend mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit festhalten. Die Neigung der Säule ist beinahe 58° (Winkel bei a und b in Fig. 2, wenn die senkrecht stehenden Flächen r und s die Endflächen des Prismas sind); die Neigung der Säulenflächen zu einander fast 75° (Winkel bei a und b in Fig. 8); die Neigung der Endfläche zur Säulenfläche 71° , der spitze Winkel der Endflächen $65\frac{1}{2}^\circ$, derjenige der Säulenflächen $63\frac{1}{2}^\circ$.

Bei der Entscheidung der Frage, ob die Crystalloide der Paranuss rhomboedrisch oder klinorhombisch seien, ist noch ein wichtiger Umstand zu berücksichtigen. Die Crystalloide weichen darin von den Crystallen wesentlich ab, dass ihre Winkel viel weniger constant sind. Wenn wir an verschiedenen vollkommen gut entwickelten Crystalloiden, die sich unter gleichen Verhältnissen (z. B. im Wasser) befinden, die nämlichen Winkel messen, so finden wir häufig Abweichungen von mehreren Graden. Ebenso beobachten wir zuweilen, dass die gegenüber liegenden Flächen nicht genau parallel sind, sondern gleichfalls um mehrere Grade differiren. Bei dieser Unbeständigkeit der Winkel könnten wir auch die Crystallform als rhomboedrisch betrachten; nur würde dann die Veränderlichkeit noch grösser. Der Vorzug, den die Annahme der klinorhombischen Gestalt hat, besteht also nur darin, dass wir dabei die Winkel innerhalb engerer Grenzen variiren lassen müssen, als wenn wir die Crystalloide dem hexagonalen System unterwerfen.

Ich habe bereits erwähnt, dass der gleiche Winkel etwas ungleiche Werthe zeigen kann, wenn das Crystallloid in verschiedenen Medien sich befindet. Damit übereinstimmend ist die Thatsache, dass die Dimensionen einer und derselben Fläche in verschiedenen Medien etwas andere Verhältnisse der Durchmesser darbieten. Vergleichen wir einmal die Crystalloide im trockenen und im durch Wasser befeuchteten Zustande, so bemerken wir sehr oft, dass der nämliche spitze Rhombenwinkel (Fig. 1, δ) beim Eintrocknen grösser wird. Es wurden z. B. folgende Werthe gefunden:

mit Wasser befeuchtet

$$60\frac{1}{2}^{\circ} — 61\frac{3}{4}^{\circ}$$

$$60^{\circ} — 61^{\circ}$$

$$56\frac{1}{2}^{\circ} — 57\frac{3}{4}^{\circ}$$

$$61\frac{1}{2}^{\circ} — 62\frac{1}{4}^{\circ}$$

$$60^{\circ} — 60\frac{1}{2}^{\circ}$$

trocken

$$63\frac{1}{4}^{\circ} — 64^{\circ}$$

$$63^{\circ} — 63\frac{3}{4}^{\circ}$$

$$60\frac{1}{2}^{\circ} — 61^{\circ}$$

$$64^{\circ} — 65\frac{3}{4}^{\circ}$$

$$65\frac{1}{2}^{\circ} — 66^{\circ}$$

Dabei wurde nicht darauf gesehen, dass die Fläche, an welcher der Winkel gemessen wurde, genau horizontal lag, wohl aber, dass das Crystalloid beim Eintrocknen und Wiederbefeuchten nicht seine Lage veränderte.

In einzelnen Fällen wurde an dem Winkel einer rhombischen Fläche kein Unterschied zwischen trockenem und befeuchtem Zustande wahrgenommen; und in einzelnen andern Fällen wurde die entgegengesetzte Veränderung von der vorhin erwähnten beobachtet. Der spitze Winkel war an dem trockenen Crystalloid kleiner als an dem von Wasser durchdrungenen, so z. B.

mit Wasser befeuchtet

$$63^{\circ} — 63\frac{3}{4}^{\circ}$$

$$60^{\circ} — 61^{\circ}$$

$$56\frac{1}{2}^{\circ} — 57\frac{3}{4}^{\circ}$$

trocken

$$65^{\circ} — 66^{\circ}$$

$$63^{\circ} — 64^{\circ}$$

$$60\frac{1}{2}^{\circ} — 61\frac{1}{4}^{\circ}$$

Wenn von Wasser durchdrungene Crystalloide durch Aetzkalkilösung etwas mehr aufquellen, so werden die spitzen Winkel der rhombischen Flächen häufig etwas kleiner, z. B.

mit Wasser befeuchtet

$$64^{\circ} — 65\frac{1}{4}^{\circ}$$

$$62^{\circ} — 62\frac{3}{4}^{\circ}$$

in Aetzkalkilösung

$$59^{\circ} — 60^{\circ}$$

$$57^{\circ} — 58^{\circ}$$

Auch hier scheint indessen zuweilen das Gegentheil einzutreten und der fragliche Winkel in Kalkilösung grösser zu werden.

Ich muss es dahin gestellt sein lassen, ob dieses entgegengesetzte Verhalten der Winkel beim Eintrocknen und Wiederbefeuchten mit Wasser, so wie beim stärkern Aufquellen in einer alkalischen Flüssigkeit in Beziehung zur Crystallform stehe, oder ob es auf eine andere Weise zu erklären sei. Wenn

nämlich die Crystalloide rhomboedrisch wären, so müssten alle spitzen Winkel der rhombischen Flächen die nämlichen Veränderungen zeigen. Wenn sie dagegen klinorrhombisch sind, so könnte bei der Aufnahme von Imbibitionsflüssigkeit die Vergrößerung in der Richtung der Säulenaxe, und in 2 dazu senkrechten Richtungen 3 verschiedenen Werthen entsprechen, und es könnten demnach die spitzen Winkel der Säulenflächen kleiner, die der Endflächen grösser werden oder umgekehrt.

Die Entscheidung der Frage, wie sich unter den besprochenen Verhältnissen die Zunahme der verschiedenen Durchmesser verhalte, und ob die rhombischen Flächen ihre Winkel in gleicher oder in ungleicher Weise ändern, wäre ein sehr wichtiges Moment für die Bestimmung, ob die Crystalloide nach dem rhomboedrischen oder dem klinorrhombischen Typus gebaut sind. Aber leider scheint eine ganz sichere Methode fast zu den Unmöglichkeiten zu gehören.

Wenn die Crystalloide stärker in Kalilösung aufquellen, so werden die spitzen Winkel der rhombischen Flächen deutlich kleiner, und zwar scheinen sich alle Flächen der rhomboederähnlichen Formen gleich zu verhalten. Diese Winkel, die früher 61° — 64° betrugen, sind jetzt nicht grösser als 49° — 50° . Wird die Crystallform als klinorrhombisch betrachtet, so ist die Neigung der Säulenflächen unter einander von 75° auf 68° — 70° gesunken, und die Neigung der Säule hat sich von 58° auf 50° vermindert. Die Winkel der Abstumpfungsflächen sind annähernd die gleichen geblieben, und die rechten Winkel der Stellung, wie sie Fig. 6 zeigt, sowie der octaedrischen Formen (Fig. 11) haben sich nicht verändert.

Die Anwendung des polarisirten Lichtes gibt sehr wenig Aufschluss über das Crystallsystem. Wenn die Axe des Rhomboeders senkrecht steht, so zeigen die Crystalloide keine doppelbrechenden Eigenschaften. Bei horizontaler Axenlage wird das Roth der ersten Ordnung in Rothorange und Rothviolett umgeändert; und zwar in der Art, dass die geringere Aetherdichtigkeit (oder grössere Elasticität) in der Richtung der Axe sich

befindet. Daraus ergibt sich, dass wenn die Crystalloide dem hexagonalen System angehören, sie optisch positiv sind. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass sie 2 optische Axen haben, und dass dieselben sich der Axe des scheinbaren Rhomboeders nähern.

Ich bemerke noch zum Schlusse, dass die Crystalloide meiner beiden Präparate fast alle rhomboeder- und octaederähnlich, seltener tafelartig und am Umfange von den Rhomboederflächen begrenzt sind. Die Crystalloide der Maschke'schen Präparate dagegen sind Tafeln, häufig mit stumpfen Ecken und bloss undeutlichen Rhomboederflächen (Fig. 13. 19); nicht selten sind auch die gegenüberliegenden Flächen nicht genau parallel. Unter meinen Präparaten kommen nur wenige solche Tafeln mit unvollkommen oder unregelmässig ausgebildeter Crystallform vor (Fig. 14 — 16).

Microchemische Reactionen.

Die microchemischen Reactionen, welche die Proteincrystalloide der Paranuss zeigen, sind mannigfaltig und werden auch von den bisherigen Beobachtern abweichend dargestellt. Nach Hartig (Pflanzenkeim 115) werden sie in Wasser rasch gelöst, indem sie zuvor in eine Mehrzahl kleinerer ähnlich gebildeter Crystalle zerfallen. Holle wiederholte diese Angabe. Radlkofer dagegen (l. c. p. 65) fand, dass das Wasser sie nur unvollkommen angreife, indem es eine Streifung und Zerklüftung derselben hervorrufe und die Bruchtheile bald gänzlich ausser Verbindung treten mache, andere aber nach längerer Einwirkung vollkommen intakt lasse. Holle stimmte später dieser Angabe bei (N. Jahrb. für Pharm. 1859 p. 9). Nach Maschke (Bot. Zeit. 1859 p. 417 und 419) bleiben einerseits die Crystalloide im Wasser beinahe unverändert; andererseits sollen sie aber in grössern Mengen Wasser rissig werden und ein wenig aufquellen, nach längerer Zeit selbst sich lösen; ferner gibt derselbe an, er habe ein Zerfallen in grössere und kleinere Stücke

nur dann beobachten können, wenn das Wasser zwischen Deck- und Objectglas einzutrocknen begann.

Eigenthümliche und nicht constante Wirkungen ruft nach Radlkofer die Essigsäure hervor (l. c. 67); dieselbe löst einen Theil der Crystalloide, lässt aber aus der Lösung schnell eine grumöse Masse fallen; andere verändert sie äusserlich fast gar nicht oder macht sie rundlich aufgequollen und hohl. Maschke dagegen gibt an, dass die Crystalloide der Paranus auf Zusatz von Essigsäure sofort gelöst werden.

Concentrirte Salzsäure löst nach Radlkofer die Crystalloide rasch, mässig verdünnte Schwefelsäure etwas weniger rasch; in verdünnter Salzsäure werden sie getrübt wie durch Entstehen sehr kleiner Vacuolen; auch in Salpetersäure werden sie rundlich und vacuolig. Bei Behandlung mit Phosphorsäure zeigt sich nach Maschke in der Mitte des Crystalloids ein Hohlraum („eine durchsichtige, das Licht röthlich brechende Stelle“), welcher an Grösse immer mehr zunimmt.

Ammoniak löst die Crystalloide nach Radlkofer und Maschke, ebenso verdünnte Kalilauge nach dem Erstern, Kalkwasser nach Letzterm. Concentrirte Kalilauge macht sie nach Radlkofer rundlich klumpig.

In Glycerin werden nach Radlkofer die meisten Crystalloide nach längerer (24stündiger) Einwirkung gelöst, und zwar ohne erst bedeutend aufgequollen zu sein; einzelne aber bleiben ungelöst.

Jod färbt nach den verschiedenen Beobachtern gelbbraun oder braun; nach Radlkofer zerklüftet es sie zugleich. Das Millon'sche Reagens gibt ihnen eine rothe Farbe. Pigmente werden in grösserer Menge aufgenommen.

Diese Reactionen widersprechen einander nicht nur, sondern sie erscheinen theilweise auch ganz unbegreiflich und man möchte sagen unmöglich. Ich habe mir nicht die Aufgabe gestellt, die microchemischen Erscheinungen erschöpfend zu behandeln und zu untersuchen, unter welchen Verhältnissen die eine oder andere Wirkung eintritt. Es lag mir vielmehr daran,

aus dem verschiedenen Verhalten Aufschluss über die innere Structur der Crystalloide zu bekommen. Ich bemerke daher nur im Allgemeinen, dass die abweichenden Reactionen vorzüglich von drei Ursachen herrühren. Einmal werden sie, wie das auch bei andern durchdringbaren Körpern der Fall ist, durch den Concentrationsgrad des Mittels bedingt, welcher sehr wesentliche Modificationen herbeiführen kann. Ferner bestehen die Crystalloide, wie ich zeigen werde, aus 2 Substanzen von ungleicher Löslichkeit; mit dem Wechsel der relativen Mengen muss auch der ganze Körper seine Eigenschaften modificiren. Endlich scheint auch die Art der Darstellung und Aufbewahrung von Einfluss zu sein; es scheint nicht gleichgiltig, ob die Crystalloide längere Zeit mit Alkohol und Aether in Berührung geblieben sind oder nicht; in der Aufbewahrungsflüssigkeit können Veränderungen vor sich gehen. Meine beiden Präparate verhielten sich bei Zusatz von Glycerin ganz ungleich, obgleich beide mittelst Aether dargestellt waren. Als ich darauf die Flüssigkeiten untersuchte, reagierte die eine deutlich sauer.

Mit Rücksicht auf die Wirkung des destillirten Wassers weichen meine Beobachtungen von denjenigen meiner Vorgänger ab. Trockene Crystalloide werden von demselben durchdrungen und erfahren demgemäss eine Volumenzunahme. Sonst aber zeigen sie keine Veränderung; es findet weder Lösung noch Zerklüftung und Zerfallen statt, sowohl nach tagelanger Einwirkung als nach dem Austrocknen und Wiederbefeuchten. Meine beiden Präparate, sowie dasjenige von Maschke verhalten sich in dieser Beziehung gleich.

Auch die Reaction von Glycerin und Jod weicht nach meinen Beobachtungen von den erwähnten Angaben ab. Reines Glycerin, sowohl in beträchtlicher Verdünnung als in starker Concentration angewendet, verändert die Crystalloide durchaus nicht. Es durchdringt sie bloss und bringt eine Volumenvermehrung hervor, die aber noch viel geringer ist als bei der Durchdringung mit Wasser. Ist dagegen gleichzeitig eine wenn auch nur schwache Säure vorhanden, so treten verschiedene

Veränderungen an den Crystalloiden ein, von denen ich in der Folge sprechen werde. Wie ich bereits bemerkte, verhielten sich meine beiden Präparate bei der Einwirkung von Glycerin ungleich. Das eine, welches die saure Reaction zeigte, liess ähnliche Erscheinungen wahrnehmen wie das andere, wenn demselben schwache Säuren beigelegt wurden. Vielleicht ist auch die Angabe Radlkofer's über die Lösung der Crystalloide durch Glycerin auf die nämliche Weise zu erklären.

Jod dringt ein und färbt; aber andere Erscheinungen sehe ich nicht eintreten. Die durch Jod gefärbten Crystalloide sind nach meinen Beobachtungen im Gegentheil gegen andere Mittel viel beständiger geworden; ihre Substanz wird durch die Jodeinlagerung bis auf einen gewissen Grad geschützt, wie das auch mit den durch Jod gebläuten Stärkekörnern der Fall ist.

Ausser von reinem Wasser, Glycerinlösung, Jodlösung, Alkohol und Aether werden die Crystalloide auch von sehr schwachen Säuren nicht verändert. Sogar in concentrirter Essigsäure bleiben sehr viele derselben selbst nach längerer Zeit vollkommen unangefochten. Stärkere Säuren, schwächere Säuren bei gleichzeitiger Einwirkung von Glycerin, sowie alkalische Lösungen bringen dagegen verschiedene Veränderungen hervor. Die leichtesten bestehen in einem Aufquellen, ohne dass die innere Structur wesentlich modificirt wird; andere bewirken zugleich mechanische Trennungen oder verändern die feste und spröde in eine weiche dehnbare Substanz. Die stärkern Veränderungen sind mit partiellen Lösungen verbunden; dabei wird entweder aus allen Punkten ein Stoff von geringerer Widerstandsfähigkeit ausgezogen; oder es werden einzelne Stellen von der Oberfläche aus angegriffen und das Crystalloid zerfällt in Stücke; oder es werden einzelne Stellen im Innern gelöst, und es bilden sich Hohlräume. Endlich findet vollständige Lösung statt.

Bei der leichtesten Einwirkung der angreifenden Mittelquellen die Crystalloide bloss auf; sie vermehren ihr Volumen mehr oder weniger, während die Crystallform erhalten bleibt. Am schönsten sah ich diess bei gleichzeitiger Anwendung von

verdünnten Säuren (z. B. Essigsäure) und Glycerin oder bei der Anwendung von sehr schwacher Aetzkalilauge.

Zuweilen kann man beobachten, wie das quellende Mittel an der Oberfläche eindringt und nach der Mitte hin vorrückt. Wenn das Aufquellen sehr gering ist, so ist diess selbst das einzige Mittel, um die stattfindende Veränderung nachzuweisen. Die Figuren 32 — 34 zeigen einige Crystalloide, welche in sehr verdünnter Essigsäure lagen und auf welche nachträglich Glycerinlösung einwirkte. Ganz gleiche Formen wurden auch in dem Präparate mit saurer Aufbewahrungsflüssigkeit beobachtet (Fig. 25 — 31). — Die Substanz wird von der Oberfläche aus heller. Die innere unveränderte Masse ist, wie ihr Randschatten zeigt, etwas dichter; sie wird allmählich kleiner und verschwindet zuletzt ganz. Anfänglich hat dieselbe genau die Gestalt des ganzen Crystalloids (Fig. 29, 30, 34) und behält sie oft ziemlich lange, so dass ein kleines Crystalloid in dem grossen liegt (Fig. 25). Später rundet sie sich jedoch meistens ab (Fig. 33). Das Aufquellen der Masse ist in diesen Fällen äusserst gering; die Crystalloide scheinen nach demselben nicht grösser geworden zu sein. Sie können von den unveränderten fast nicht unterschieden werden; durch Jod nehmen sie die gleiche Farbe an.

Das regelmässige Vordringen des Glycerins oder überhaupt der Quellungsflüssigkeit in der Substanz des Crystalloids beweist eine regelmässige überall gleichförmige Structur im Innern. Es regte natürlich die Frage an, ob die Widerstände in den verschiedenen Richtungen ungleich seien und ob das Vorrücken mit ungleicher Geschwindigkeit erfolge. Diess scheint nun allerdings der Fall zu sein. In einigen Fällen drang bei rhomboederähnlicher Gestalt die Quellungsflüssigkeit offenbar von den Abstumpfungsflächen aus langsamer ein als von den übrigen.

In Crystalloiden, welche Spalten besitzen, wird die Substanz auch von der Spaltenoberfläche aus verändert. Ein solches mit einer Querspalte ist in Fig. 32 abgebildet; es verhält sich wie 2 Crystalloide, indem in jeder Hälfte sich ein dichter

Kern befindet. Wenn dagegen zwei Crystalloide einander fest anliegen, und die Quellungsflüssigkeit nicht zwischen sie eindringen kann, so verhalten sie sich wie ein einfacher Körper, und schliessen zusammen eine einzige zusammenhängende dichte Masse ein (Fig. 28) — Selten kommt es vor, dass in einem unverletzten Crystallloid die dichte noch unveränderte Substanz in 2 Partien zerfällt (so in Fig. 31); diess scheint damit zusammen zu hängen, dass, wie ich bereits bemerkte, die Quellungsflüssigkeit von den Abstumpfungsflächen aus langsamer eindringt.

Die Crystalloide können bis auf das Doppelte ihrer Dimensionen sich vergrössern, wobei sie sehr hell und durchsichtig werden, ohne ihre regelmässige stereometrische Form zu verlieren. Die Kanten und Ecken erscheinen oft so scharf, die Flächen so eben wie im unveränderten Zustande. Aber die verschiedenen Dimensionen haben nicht in ganz gleichen Verhältnissen zugenommen; und die Crystallgestalt hat sich etwas verändert, wie ich schon oben angeführt habe.

Bei etwas stärkerer Einwirkung des Quellungsmittels verlieren die Crystalloide mehr oder weniger ihre regelmässige polyedrische Form. Ecken und Kanten runden sich ab. Die innere Structur wird modificirt, die Masse erscheint dehnbarer. Besonders bemerkenswerth ist es, dass jetzt die Substanz an der Oberfläche dichter ist als im Innern. Die weiche aufgequollene Masse ist von einer membranartigen Rinde umschlossen. Diese Membran ist bald sehr zart bald etwas mächtiger, aber immer sehr deutlich. Bei rascher Einwirkung wird sie zersprengt und die innere Masse quillt wolkenartig heraus (Fig. 51, 52). Diese Erscheinungen wurden bei der Einwirkung von Kalilösung und Ammoniak, aber auch bei gleichzeitiger Anwendung von Salzsäure und Glycerin gesehen.

Eine andere Wirkung des ungleichmässigen Aufquellens sind Risse in der Substanz des Crystalloids. Dieselben zeigten sich besonders bei gleichzeitiger Anwendung von verdünnten Säuren und Glycerin, ebenso bei Zusatz einer concentrirten

Glycerinlösung zu dem Präparat, dessen Aufbewahrungsflüssigkeit eine saure Reaction zeigte, endlich bei Anwendung von stärkern Säuren allein. Zuerst erscheinen zarte Streifen auf den Crystalloiden, welche wie Risse aussehen. Dieselben sind meistens unter einander ziemlich parallel und zur Axe der rhomboederähnlichen Formen quer gerichtet. Bald darauf erkennt man sie als deutliche Spalten, die das Crystallloid theilweise oder auch ganz durchbrechen. Dasselbe zerfällt dann in Stücke, welche, besonders wenn eine Bewegung in der Flüssigkeit begünstigend mitwirkt, sich von einander trennen und vertheilen. Offenbar wird dieses Zerklüften und Zerfallen nicht bloss durch mechanische Trennung, sondern auch durch theilweise Auflösung der Substanz hervorgebracht, welche an den durch die Risse blossgelegten Flächen thätig ist. Die sich zerklüftenden und in Splitter zerfallenden Crystalloide zeigen ein kaum bemerkenswerthes Wachsthum durch Aufquellen.

Zuweilen bildet sich zuerst nur eine Spalte, welche sich verzweigt (Fig. 21, 22). Durch weitere Verzweigungen und netzförmige Anastomosen (Fig. 23) wird nach und nach die ganze Substanz zerklüftet und zerfällt in Trümmer. — Es kann auch sogleich ohne vorausgehende Rissebildung ein Zerbröckeln in kleine Körnchen an einer Seite beginnen, und allmählich das Crystallloid ergreifen (Fig. 24).

Ebenfalls eine theilweise Auflösung, aber ganz in anderer Form findet gewöhnlich bei der Einwirkung von verdünnten Säuren (Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure) statt. Es treten im Innern der Substanz Hohlräume oder Vacuolen auf, bald grössere bald kleinere, bald nur einer oder einzelne wenige, bald zahlreiche (Fig. 45, 46, 47; in Fig. 48 umgeben mehrere kleine Vacuolen einen grössern Hohlraum). Dabei verändert das Crystallloid Form und Grösse nur wenig. Wenn die Vacuolen in grosser Menge vorhanden sind, so erscheint die Substanz in Folge davon dunkel. Zuletzt zeigt das Crystallloid meistens eine einzige grosse Höhlung (Fig. 49, 50);

es hat noch ziemlich seine polyedrische Gestalt und gleicht einer Zelle mit dickerer oder dünnerer Wandung.

Auch schwächere Alkalien bringen oft eine ähnliche Wirkung hervor. Die Figuren 53–55 zeigen drei Crystalloide, die durch Auflösung der innern Masse hohl geworden sind. In Fig. 53 ist die Wandung noch ziemlich dick und hat auf der einen Seite eine Spalte; in Fig. 55 ist dieselbe sehr dünn geworden.

Wenn die Mineralsäuren stärker einwirken, so treten zwar auch Vacuolen im Innern auf. Zugleich findet aber in der Substanz eine Desorganisation statt. Das Crystallloid quillt nur wenig auf, rundet sich ab und besteht aus einer weichen und wie es scheint dehnbaren Substanz.

Eine Form der partiellen Auflösung besteht endlich darin, dass aus allen Theilen des Crystalloids ein Stoff ausgezogen wird. Diese merkwürdige Beobachtung wurde an dem Präparat mit saurer Aufbewahrungsflüssigkeit bei Zusatz von Glycerin gemacht. In sehr verdünnter Glycerinlösung bleiben die Crystalloide unverändert. In concentrirter Lösung werden sie zuerst am Umfange sehr hell; die Veränderung schreitet dann nach innen fort, wobei die eingeschlossene noch unveränderte Substanz viel dichter erscheint und durch ihren stärkern Randschatten sich abhebt; zuletzt sind sie in ihrer ganzen Masse zart und durchsichtig geworden. Fig. 35 — 37 und 40 — 43 zeigen zwei Crystalloide in der fortschreitenden Veränderung. Selten bleibt die unveränderte Substanz, bis sie verschwunden ist, zusammenhängend. Meistens zerfällt sie vorher in einige oder viele Partien (Fig. 44). Nicht selten geschieht diese Zerklüftung durch Querspalten (mit Rücksicht auf die Axe der rhomboederähnlichen Formen). Zuweilen ist sie ziemlich regelmässig, häufiger mehr oder weniger unregelmässig.

Wenn die Einwirkung vollendet ist, so bleibt ein sehr zarter Körper zurück, von der ursprünglichen crystallähnlichen Form und Grösse (Fig. 37, 38, 43); eine Zunahme der Dimensionen (resp. Aufquellen) findet nicht statt. Kanten und Ecken

sind oft noch ganz scharf; manchmal aber auch haben sich die Kanten etwas gebogen und die Ecken abgerundet. Der Körper erscheint so, als ob er bloss aus einer dünnen Membran bestehe; die eingeschlossene Masse ist in ihrem Lichtbrechungsvermögen vom Wasser nicht verschieden. Doch muss sie eine unlösliche, aber allerdings äusserst weiche Substanz sein, was sowohl aus der sorgfältig erhaltenen Crystallform als aus dem Verhalten zu Jod, welches sie gelb färbt, als auch aus dem Umstande hervorgeht, dass bei der Zerklüftung die Trümmer und Körnchen in ihrer gegenseitigen Lage verharren und weder zusammenstürzen noch überhaupt in Bewegung gerathen, was nur dadurch erklärt wird, dass sie in eine unlösliche Substanz eingebettet sind.

Diese partielle Auflösung der Proteincrystalloide hat die allergrösste Aehnlichkeit mit der Einwirkung des Speichels auf die Stärkekörner. In beiden Fällen wird aus einer Mischung von zwei Stoffen der eine ausgezogen, wobei die Auflösung immer an der Oberfläche der noch unveränderten Masse thätig ist. Der Stoff, welcher zurückbleibt, beträgt nach dem Lichtbrechungsvermögen zu urtheilen, weniger als $\frac{1}{10}$ der ursprünglichen Masse, und ist, wie schon gesagt, an seinem Umfang deutlich zu einer membranartigen Schicht verdichtet. Jod färbt die unveränderte Substanz gelbbraun mit einem Stich in's Röthliche, die zurückbleibende hellgelb.

Die verschiedenen Erscheinungen der Quellung und partiellen Auflösung können meistens auch, wenn das Mittel energischer oder länger einwirkt, zu vollständiger Lösung führen. Schwache Säuren im Verein mit concentrirter Glycerinlösung, concentrirtere Säuren sowie Alkalien haben oft diesen Erfolg.

Concentrirte Essigsäure für sich allein greift, wie ich schon bemerkt habe, viele Crystalloide gar nicht an. Wenn dagegen gleichzeitig Glycerin auf dieselben einwirkt, so quellen sie auf, werden dabei sehr durchsichtig, und verschwinden zuletzt ganz.

Stark verdünnte Phosphorsäure führt eine eigenthümliche Trübung der Crystalloide herbei, als ob ihre Substanz durch zahlreiche Risse in winzige Splitter zertrümmert sei. Setzt man

hierauf concentrirtere Phosphorsäure hinzu, so quellen sie auf und werden viel heller. Endlich sind sie sehr undeutlich, und bestehen nur noch aus einem äusserst zarten kaum bemerkbaren Skelett, das aber oft noch vollkommen die frühere Crystallform zeigt. Sehr wahrscheinlich wird auch hier eine leichter lösliche Substanz ausgezogen, wie das bei der Einwirkung von concentrirter Glycerinlösung auf die Crystalloide des Präparats mit saurer Aufbewahrungsflüssigkeit der Fall ist. Das zarte Skelett verschwindet bald vollständig. — Bei der Einwirkung anderer Mineralsäuren werden meistens durch Auflösung im Innern zuerst Hohlräume, dann eine einzige grosse Höhlung gebildet, die von einer Hülle umschlossen ist und zuletzt verschwindet auch diese Hülle.

Ammoniak in concentrirterer Lösung löst ebenfalls zuerst die innere Substanz und zuletzt auch die Rinde. Aetzkali dagegen macht das Crystallloid aufquellen und dann verschwinden.

Vergleichung mit den Crystallen.

Die aus Proteinverbindungen bestehenden Crystalloide gleichen in der Formbildung den Crystallen aufs Aeusserste; daher sie auch sogleich von allen Forschern mit diesem Namen begrüsst wurden. Doch zeigt eine genauere Beobachtung, dass die strengen Gestaltsverhältnisse der Crystalle bei den Crystalloiden ziemlich lax werden. Wenn unter ganz gleichen äussern Einflüssen derselbe Winkel um 2° und 3° variiren kann, und wenn bei gut ausgebildeten Formen die gegenüberliegenden gleichwerthigen Flächen zuweilen so weit von dem Parallelismus abweichen, dass es das Auge ohne Goniometer bemerkt, so muss diess wenigstens als ein auffallendes crystallographisches Verhalten bezeichnet werden.

Nicht minder abnorm für die Crystallnatur sind die Gestaltsveränderungen der Crystalloide in verschiedenen Medien. Zwar ist bekannt, dass die Winkel der Crystalle bei dem Steigen und Fallen der Temperatur nicht genau die nämlichen bleiben. Aber es wäre etwas ganz Neues und Besonderes, dass ein trockener

Crystall, den man in Wasser legt, seine Winkel um 2° — 3° ändere, und dass er in gewissen Flüssigkeiten aufquellend die regelmässige Crystallform zwar behalte, aber doch so sehr modificire, dass der nämliche Winkel gegen den trockenen Zustand eine Differenz von 15° und 16° zeigen kann.

Rücksichtlich des innern Baues können wir von den proteinartigen Crystalloiden wohl mit Sicherheit aussagen, dass die Substanz wie in den Crystallen nach verschiedenen Richtungen geschichtet ist. Diess ergibt sich aus den parallelen Rissen, welche unter gewissen Verhältnissen manchmal mit grosser Regelmässigkeit auftreten. Ich habe bereits angegeben, dass dieselben meistens mit den Abstumpfungsflächen parallel sind; zuweilen aber stimmt ihr Zug auch mit Rhombenflächen überein.

Ausserdem aber zeigt die innere Structur eine wesentliche Verschiedenheit zwischen Crystallen und Crystalloiden. In jenen liegen die kleinsten Theilchen unmittelbar nebeneinander; die Substanz ist undurchdringbar. In diesen befinden sich Zwischenräume, in welche eine Flüssigkeit eindringen kann; sie sind imbibitionsfähig. An diese Differenz knüpfen sich eine Reihe anderer Unterschiede.

Die soeben hervorgehobene Thatsache, dass die Crystalloide, wenn sie aus dem trockenen Zustande in den befeuchteten übergehen, oder wenn man sie aus Wasser in eine andere Flüssigkeit bringt, ihre Grösse und zum Theil ihre Gestalt verändern, beruht auf ihrer Imbibitionsfähigkeit. Die Quellungsflüssigkeit dringt in die Substanz ein, lagert sich in den verschiedenen Richtungen in ungleicher Menge ein, und bringt dadurch mit der Volumenzunahme auch eine Gestaltsveränderung hervor.

Eine andere Folge der Imbibitionsfähigkeit sind die Veränderungen, welche im Innern der Crystalloide vor sich gehen, wenn sie mit verschiedenen Lösungen und Flüssigkeiten in Berührung kommen. Sie lagern Jod und andere Farbstoffe ein und ihre Substanz wird durch und durch gefärbt. Sie quellen ungleichmässig auf und bilden Risse, oder die innere weichere Substanz zersprengt die dichtere Rinde. Die eindringende

Flüssigkeit ruft zuerst eine partielle und ungleichmässige Lösung hervor; in Folge derselben bilden sich im Innern Höhlungen, oder die Masse zerfällt in grössere und kleinere Splitter, oder es wird aus allen Theilen eine leichterlösliche Substanz gezogen. Dieser partiellen Lösung folgt nachher die vollständige nach. — Von allen diesen Erscheinungen zeigt der Crystall keine Spur, weil er undurchdringbar ist. Das Lösungsmittel greift ihn an seiner Oberfläche an; er wird kleiner und verschwindet zuletzt. Seine Substanz bleibt unverändert bis zu dem Moment, wo sie von dem lösenden Mittel erreicht und verflüssigt wird.

Die Imbibitionsfähigkeit der Crystalloide bedingt ferner ein von den Crystallen verschiedenes Wachsthum. Die letztern vergrössern sich durch Schichtenauflagerung an ihrer Oberfläche; wegen ihrer Undurchdringbarkeit können sie keine Substanz in ihr Inneres aufnehmen. Die Crystalloide dagegen wachsen durch Intussusception; mit dem durchdringenden Wasser gelangen nährnde gelöste Stoffe ins Innere und werden in unlöslicher Modification eingelagert. Dass diess so sein müsse, ergibt sich namentlich aus zwei Thatsachen. Einmal ist die innere Substanz in grössern Crystalloiden viel weicher, leichter quellungsfähig und leichter löslich als die Rinde: sie ist auch viel weicher als kleine Crystalloide. Die letztern können also nicht durch Auflagerung an der Oberfläche zum Kern der grössern Körper werden.

Die zweite noch viel wichtigere Thatsache ist die oben erwähnte, dass wenn man durch schwache Säuren und Glycerin eine leichter lösliche Substanz auszieht, die übrig bleibende relativ unlösliche Substanz an der Oberfläche zu einer Membran verdichtet ist. Diese Membran beweist, dass das Wachsthum allein durch Intussusception geschieht. Denn würde auch Auflagerung an der Oberfläche statt haben, so müsste die Membran ins Innere vergraben werden; und man müsste an grossen Crystalloiden nach der angegebenen Behandlung nicht nur eine

Membran an der Oberfläche, sondern auch noch eine Reihe anderer in einander geschachtelter im Innern finden.

Die kleinsten Crystalloide in meinen Präparaten haben die Crystallformen der grössern. In dem Präparat von Maschke dagegen sind die kleinsten alle kugelig; sie können eine ziemliche Grösse erreichen und dabei noch kreisrund (abgeplattet-kugelig) sein (Fig. 20). Von diesen Kugeln gibt es alle möglichen Uebergänge zu den sechsseitigen Tafeln, welche von 6 Rhomboederflächen und den beiden Abstumpungsflächen begrenzt sind. Zuerst sieht man 3 Ecken sich an dem Umfange erheben (Fig. 17); zwischen denselben bilden sich dann nach und nach die drei andern aus (Fig. 19, 20). Diese Thatsache scheint darauf hinzudeuten, dass die Crystalloide zuerst als Kugeln auftreten und allmählich sich zur spätern Crystallform umbilden. Ist diese Vermuthung, die aber jedenfalls noch durch weitere Beobachtungen bestätigt werden muss, gegründet, so ergibt sich ein neuer Unterschied gegenüber den Crystallen, welche auf ganz andere Art entstehen. Auch diese Formveränderungen der Crystalloide in den jüngsten Zuständen wären wohl nur durch das Wachsthum vermittelt Intussusception zu erklären.

Diese Vergleichung zeigt uns, dass die aus Proteinsubstanzen bestehenden Crystalloide den Crystallen in der Formbildung zwar äusserst ähnlich sind, dass sie aber in allen andern wesentlichen Verhältnissen sich von denselben entfernen und dafür genau mit den Stärkekörnern und Zellmembranen übereinstimmen. Namentlich mit Rücksicht auf die mannigfaltigen Quellungs- und Auflösungserscheinungen gibt es selbst keine einzige, die nicht auch in ganz analoger Weise bei den Stärkekörnern vorkäme. Die Unterschiede zwischen Stärkekörnern und Crystalloiden lassen sich wohl alle darauf zurückführen, dass bei jenen die innere Organisation durch ein Centrum bedingt wird, bei diesen nicht; dass also bei den erstern die Molecularschichten sich concentrisch um einen organischen Mittelpunkt gruppiren, bei den letztern aber in parallelen durch feste Richtungen bedingten Flächen liegen. Da, wie ich für die

Stärkekörner wahrscheinlich gemacht habe, der concentrische Bau mit Nothwendigkeit bestimmte Spannungen hervorruft und da aus diesen Spannungen die Differencirung der Substanz in dichte und weiche Schichten sowie die Entstehung von Theilkörnern im Innern herzuleiten ist, so wird es begreiflich, warum diese beiden Merkmale den Crystalloiden mangeln.

Da die Crystalloide sich rücksichtlich derjenigen Erscheinungen, welche durch den innern Bau bedingt werden, wie organisirte Elementarorgane verhalten, so darf man wohl annehmen, dass sie auch in der Molecularconstitution mit denselben übereinstimmen. Sie würden somit aus winzigen crystallähnlichen Molecülen (von denen jedes aber aus einer grossen Anzahl von Atomen zusammengesetzt sein kann) bestehen, welche im trockenen Zustande einander berühren, im befeuchteten aber durch Schichten von Imbibitionsflüssigkeit getrennt sind. Diese Annahme wird auch, wie es scheint, durch das Verhalten der Crystalloide selbst gefordert; denn sie allein gestattet die Möglichkeit, dass dieselben sich auf das Doppelte ihrer Durchmesser ausdehnen und dabei eine vollkommen regelmässige Gestalt behalten.

Auch die Wirkungen, welche die Crystalloide auf das polarisirte Licht äussern, unterstützen die Annahme, dass ihre Molecularconstitution mit derjenigen der organisirten Elementargebilde übereinstimme. Die letztern zeichnen sich alle dadurch aus, dass sie auch in wasserfreiem Zustande viel schwächere doppelbrechende Eigenschaften besitzen als Crystalle von gleicher Mächtigkeit. Diess gilt ebenfalls für die Crystalloide; die Interferenzfarben, welche sie hervorrufen, sind so schwach, dass man sie kaum deutlich wahrnimmt, während gleich grosse Crystalle einer Zuckerart oder irgend eines Salzes sehr lebhafte Färbungen erzeugen.

Das Wesen der Crystalle besteht darin, dass die kleinsten Theilchen nach allen Richtungen in parallelen geraden Reihen, somit nach verschiedenen Richtungen in parallelen ebenen Flächen liegen. Die Folge davon ist die regelmässige Crystallform mit ihren ebenen Begrenzungen und mit ihrer symmetrischen

Vertheilung der Flächen. Die Bedingung dafür besteht darin, dass die kleinsten Theilchen in der nämlichen Richtung die gleichen Molecularkräfte wirksam werden lassen. — In den organisirten Körpern genügen bloss jene unsichtbar kleinen crystallähnlichen Molecüle, aus denen sie bestehen, vollkommen diesen Bedingungen. Die crystallähnlichen Molecüle treten ihrerseits nach bestimmten Gesetzen zusammen und bilden eine Vereinigung höherer Ordnung. Sie können entweder in geraden Linien und ebenen Flächen sich zusammen ordnen, wie in dem Crystalloid und in der ebenen Membran; oder sie können krumme Reihen und gebogene Schichten bilden, wie in der cylindrischen oder ovalen Zellmembran und in dem Stärkekorn. Eine ebene Membran ist von dem Crystalloid nur dadurch unterschieden, dass in jener bloss 2 gegenüber liegende Flächen, in diesem alle Flächen ausgebildet sind. In beiden ordnen sich die crystallähnlichen Molecüle, das Gefüge des Crystals nachahmend, zwar nahezu aber doch nicht genau in gerade Reihen und ebene Schichten, wie die optische Analyse mit polarisirtem Lichte bei beiden und wie die crystallographische Analyse bei den Crystalloiden zeigt. Da sie unter einander nicht fest verbunden sind und da zwischen ihnen andere Kräfte wirksam werden, als zwischen den Atomen selbst, aus denen sie bestehen, so können sie ferner innerhalb gewisser Grenzen Modificationen eingehen, die dem wirklichen crystallinischen Gefüge fremd sind.

Erklärung der Figuren 1—55.

Crystalloide aus der Paranuss (*Bertholletia excelsa*).

Fig. 1 — 12.

Unveränderte Crystalloide in Wasser; 500mal vergrössert. Die spitzen Enden des Rhomboeders oder deren Abstumpfungsflächen sind mit a und b, die Flächen des Rhomboeders mit m, n, p, q, r, s in der Art bezeichnet, dass m und n, p und q, r und s Paare von opponirten Flächen darstellen.

1. Rhomboeder mit leicht abgestumpften Enden und horizontaler Axe; s, m und p liegen auf der zugekehrten Seite.

2. Vollständiges Rhomboeder mit horizontaler Axe, die Flächen r und s stehen senkrecht.

3. Tafel mit auf der Papierebene verticaler Rhomboederaxe; die Endfläche b horizontal, zugekehrt. Auf der zugekehrten Seite befinden sich ausserdem m, p und r, auf der abgekehrten n, q und s.

4. Octaeder, dessen vertical stehender Durchmesser der Rhomboederaxe entspricht. Lage und Bezeichnung wie Fig. 3.

5. Ein abgestumpftes Rhomboeder; die Axe wenig nach rechts aufgerichtet. a, p, m, s auf der zugekehrten, b auf der abgekehrten Seite.

6. Das nämliche Crystalloid wie Fig. 5 mit etwas stärker aufgerichteter Axe. Die Flächen r und s stehen senkrecht. Auf der zugekehrten Seite befinden sich m, p und auf der abgekehrten Seite a, b.

7. Das nämliche Crystalloid mit vertical stehender Axe. a (horizontal), m, p und r auf der zugekehrten Seite.

8. Das gleiche Crystalloid mit etwas nach links geneigter Axe. Die 4 Flächen m, p, n und q stehen senkrecht; r und a auf der zugekehrten, b auf der abgekehrten Seite.

9. Das gleiche Crystalloid mit stärker nach links geneigter Axe. r (horizontal), n, q und a auf der zugekehrten Seite.

10. Das gleiche Crystalloid wie 5—9, mit horizontal liegender Axe und aus der Lage 5 etwas um diese horizontale Axe gedreht.

11. Octaeder mit zugekehrter Ecke.

12. Das gleiche Octaeder mit 4 senkrecht stehenden und 2 zugekehrten Flächen.

Fig. 13, 17 — 20.

Unveränderte kleinere Crystalloide des Maschke'schen Präparats, in Wasser; 1000 mal vergrössert.

13. Tafel mit scharfen Ecken.

- 17. Tafel mit 3 ausgebildeten und 3 unausgebildeten Ecken.
- 18. Die gleiche Tafel mit horizontaler Axenstellung.
- 19. Tafel mit abgerundeten Ecken.
- 20. Kreisrunde etwas abgeplattete Form.

Fig. 14 — 16

Ein tafelförmiges Crystalloid aus dem Präparat mit saurer Aufbewahrungsflüssigkeit; 500 mal vergrössert.

- 14. Mit horizontal liegender Axe. In der Mitte befindet sich eine kleine Partie dichter Substanz.
- 15. Mit zur Papierebene verticaler Axe.
- 16. In schiefer Lage; am Umfange sind die Rhomboederflächen sichtbar.

Fig. 21 — 24.

Crystalloide aus dem Präparat mit saurer Aufbewahrungsflüssigkeit, in Glycerinlösung, durch welche sie zerklüftet und zerbröckelt werden; 400 mal vergrössert.

- 21. Rhomboeder mit einer Spalte.
- 22. Abgestumpftes Rhomboeder mit stärkerer Zerspaltung.
- 23. Gestutztes Rhomboeder in der gleichen Lage wie Fig. 6, mit weiter fortgeschrittener Zerklüftung.
- 24. Die eine Hälfte ist in Körnchen zerbröckelt, die andere noch unversehrt.

Fig 25 — 31.

Crystalloide aus dem Präparat mit saurer Aufbewahrungsflüssigkeit, welche durch dieselbe bis auf eine noch dichte und unveränderte Partie etwas aufgequollen sind; 500 mal vergrössert.

- 25. Rhomboeder; der dichte innere Kern hat ebenfalls eine rhomboedrische Gestalt.
- 26. Tafel mit horizontal liegender Axe.
- 27. Die gleiche Tafel wie Fig. 26, von der Fläche. Der innere dichte Kern ist ebenfalls tafelförmig.
- 28. Zwei zusammenklebende tafelförmige Crystalloide. Das

Körperpaar verhält sich beim Aufquellen wie ein einfacher Körper, der von der Oberfläche aus angegriffen wird.

29. Octaeder; die dichte Substanz hat die gleiche Form.

30. Fast zum Octaeder abgestumpftes Rhomboeder; die dichte Substanz von gleicher Gestalt.

31. Rhomboeder (wie Fig. 10); die dichte Substanz bildet 2 Partien in der Nähe der beiden Ecken.

Fig. 32 — 34.

Crystalloide in verdünnter Essigsäure, welcher dann Glycerin zugesetzt wurde; 500 mal vergrössert. Das Quellungsmittel dringt von der Oberfläche aus ein.

32. Rhomboeder (wie Fig. 10), mit einer durchgehenden den Abstumpfungsflächen parallelen Spalte, von welcher das Quellungsmittel gleich wie von der Oberfläche aus eingedrungen ist. In jeder Hälfte befindet sich ein dichter Kern.

33. Rhomboeder (wie Fig. 1); dichter Kern im Innern von länglich ovaler Form.

34. Rhomboeder (wie Fig. 10); die dichte Masse im Innern hat ebenfalls eine rhomboedrische Form.

Fig. 35 — 44.

Crystalloide aus dem Präparat mit saurer Aufbewahrungsflüssigkeit, bei der Einwirkung von concentrirter Glycerinlösung; 500 mal vergrössert.

35. Ein octaedrisches Crystalloid, die Auflösung hat am Umfange begonnen.

36. Das gleiche, etwas später.

37. Das gleiche Crystalloid, nachdem die dichte Substanz vollständig ausgezogen ganz ist.

38. Ein tafelförmiges Crystalloid (wie Fig. 3), aus welchem die lösliche Substanz ganz ausgezogen ist.

39. Die Einwirkung hat in abnormaler Weise stattgefunden, und die lösliche Substanz grösstentheils aus der innern

Masse ausgezogen, eine äussere Schicht aber noch unverändert gelassen.

40. Ein rhomboedrisches Crystalloid (wie Fig. 10); die Einwirkung hat am Umfange begonnen.

41. Das nämliche etwas später.

42. Das nämliche noch später.

43. Das gleiche Crystalloid, nachdem die lösliche Substanz ganz ausgezogen ist.

44. Ein Crystalloid, in welchem die dichte unveränderte Substanz in mehrere durch Spalten getrennte Parteen sich geschieden hat.

Fig. 45 — 50.

Crystalloide in Wasser, durch den Zutritt von Salzsäure verändert; 500 mal vergrössert.

45. Octaeder (wie Fig. 12), mit einer kleinen Vacuole im Centrum.

46. Zur Tafel abgestumpftes Rhomboeder (wie Fig. 3) mit mehreren zerstreuten kleinen Hohlräumen.

47. Octaeder (wie Fig. 11) mit zahlreichen zusammenge-drängten Hohlräumen im Innern.

48. Octaeder (wie Fig. 12) mit einem grossen Hohlraum in der Mitte und mit kleinen Vacuolen um denselben.

49. Rhomboeder (wie Fig. 10) mit einer sehr grossen Höhlung, und dadurch einer dickwandigen Zelle ähnlich geworden.

50. Rhomboeder (wie Fig. 1) mit einer sehr grossen Höhlung, einer Zelle mit mässig dicker Wandung ähnlich.

Fig. 51 — 52.

Crystalloide im Wasser, bei Zutritt von Glycerin und Salzsäure; 500 mal vergrössert. Die innere starkaufquellende Masse zersprengt die dichtere Rinde und tritt als eine feinkörnige Wolke heraus.

- 51. Rhomboeder.
- 52. Gestutztes Rhomboeder.

Fig. 53 — 55.

Crystalloide in Wasser, durch Zutritt von Ammoniak verändert; 500 mal vergrössert.

53. Octaeder mit einem Hohlraum im Innern und einer Spalte.

54. Abgestumpftes Rhomboeder mit einer sehr grossen Höhlung, einer dickwandigen Zelle ähnlich.

55. Rhomboeder (wie Fig. 2) mit einer sehr grossen Höhlung, einer dünnwandigen Zelle ähnlich.

2. Farbcristalloide bei den Pflanzen.

Ich habe früher (Pflanzenphysiolog. Untersuch. I, p. 6) gefärbte crystallinische Körper beschrieben, welche ich im Jahr 1850 und 1851 in den Blumenblättern von Viola und Orchis aufgefunden hatte. Dieselben waren bald ovale oder unregelmässige Körner, bald auch ziemlich schöne Crystalldrusen. Sie wurden schon durch Wasser aufgelöst und liessen dabei eine weissliche protoplasmaartige Masse von fast gleicher Grösse und Gestalt zurück.

Die Untersuchung der Früchte von *Solanum americanum* Mill. gab Gelegenheit ähnliche Körper in besserer Crystallbildung zu beobachten. Die Früchte waren halb vertrocknet (sie wurden im März untersucht). In den grossen Zellen des Fruchtfleisches befanden sich Crystalle und Crystalldrusen von intensiver violetter Färbung, bald einzeln bald zu mehreren beisammen. Ich will zuerst deren Gestalt, nachher die chemischen Reactionen beschreiben.

Die einzelnen Crystalloide sind alle äusserst dünne Tafeln. Einzelne sind regelmässige Rhomben oder Rhomben mit abgestutzten Ecken (Fig. 58), oder solche mit einspringenden Ecken (Fig. 57). Eine grosse Zahl besteht aus 6seitigen bis 75 Mik,

grossen Tafeln (Fig. 59) mit gleichen oder alternirend ungleichen, oder opponirt gleichen oder unregelmässig ungleichen Seiten. Ebenfalls eine grosse Zahl besteht aus 6seitigen Tafeln mit einspringenden meist stumpfen, selten spitzen Winkeln. Wenige Tafeln sind 4- und 5seitig.

Vergleicht man alle diese Formen miteinander, so unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die Crystallform die rhombische Säule in sehr verkürzter tafelartiger Gestalt ist. Die stumpfen Winkel der rhombischen Endfläche betragen durchschnittlich 120° ; die Messungen geben 118° — 122° . Die 6seitigen Tafeln sind aus mehreren einfachen Tafeln zusammengesetzt, ähnlich wie beim Aragonit, zuweilen vielleicht aus 3, meistens wohl aber aus 6. Die Winkel betragen in der Regel ebenfalls zwischen 118° und 122° , selten sind 2 gegenüberstehende Winkel kleiner (113° — 114°). Es wurden z. B. für die mit a — f bezeichneten Ecken durch Messung gefunden

	a	b	c	d	e	f
1	122°	$118\frac{1}{2}^\circ$	$121\frac{1}{4}^\circ$	$119\frac{1}{2}^\circ$	120°	121°
2	122°	118°	119°	$119\frac{1}{2}^\circ$	122°	120°
3	119°	$120\frac{1}{2}^\circ$	121°	119°	118°	122°
4	119°	118°	121°	$121\frac{1}{4}^\circ$	$120\frac{1}{2}^\circ$	119°
5	120°	122°	118°	$120\frac{1}{2}^\circ$	119°	121°
6	119°	120°	119°	122°	$121\frac{1}{2}^\circ$	119°
7	114°	$121\frac{3}{4}^\circ$	$124\frac{1}{2}^\circ$	$114\frac{1}{2}^\circ$	$122\frac{1}{4}^\circ$	124°
8	113°	$122\frac{3}{4}^\circ$	$124\frac{3}{4}^\circ$	$113\frac{1}{4}^\circ$	$121\frac{1}{4}^\circ$	$124\frac{1}{4}^\circ$

Da diese Messungen alle an schön ausgebildeten Tafeln mit geraden Seiten angestellt wurden, so kann der Fehler nicht mehr als 1 Grad betragen. Wiederholte Messungen des nämlichen Winkels geben bei den besten Tafeln z. B. 118° — 119° , 121° — $121\frac{3}{4}^\circ$, bei den weniger guten 119° — 121° oder 120° — 122° . Für die Tafeln 1 — 6 könnte man nun zur Noth einen constanten Winkel von 120° supponiren; doch müsste man damit der Genauigkeit der Messungen schon einigermaßen Gewalt anthun. Für 7 und 8 aber wird diese Annahme offenbar

ganz unmöglich. Es ist daher wahrscheinlich, dass die Winkel des Rhombus wohl meistens 120° und 60° betragen, dass sie aber auch bis 113° und 67° oder bis 124° und 56° variiren können.

Dass die 6seitigen Tafeln aus mehreren und zwar vorzugsweise aus 6 einfachen zusammengesetzt sind, zeigt sich namentlich aus Formen wie Fig. 61 deutlich, wo 6 radiale Trennungslinien, ebenso viele Einkerbungen an den Ecken und eine durchbrochene Stelle im Centrum die Entstehung anzeigen. — Von den 4- bis 5seitigen Tafeln haben jene 1, diese 2 rechte Winkel; sie sind wahrscheinlich Bruchstücke von zusammengesetzten Tafeln.

Das polarisirte Licht wirkt nicht auf die Crystalloide; d. h. es bringt ohne Gypsplättchen keine Veränderung in der Helligkeit, mit Gypsplättchen keine Veränderung im Farbenton hervor.

Die Crystalldrusen sind ein Conglomerat von vielen Tafeln. Man sieht diess häufig sehr deutlich an den vorspringenden flachgedrückten Ecken, welche bald einen Winkel von ungefähr 60° , bald von ungefähr 120° bilden. Es gibt einzelne Drusen, die aus einem Bündel von parallelen Tafeln bestehen; einzelne, die aus zwei solchen Bündeln, die sich unter einem spitzen Winkel kreuzen, gebildet sind. Wenn man die letztern dreht, so zeigen sie in der einen Lage ein Kreuz, in den übrigen Lagen erscheinen sie rundlich. Weitaus die meisten Crystalldrusen sind mehr oder weniger kugelig (Fig. 56), die Ecken springen überall vor, und eine bestimmte Lagerung der Tafeln ist hier nicht zu erkennen.

Mit Rücksicht auf die chemischen Reactionen ist zuerst zu erwähnen, dass die Crystalloide in reinem Wasser unverändert bleiben, während sie in schwach saurem oder schwach alkalischem Wasser ihren Farbenton ändern.

Alkohol entfärbt die meisten Crystalloide, indem sich um dieselben eine violette Wolke in der Flüssigkeit ausbreitet. Wenn die Einwirkung sehr langsam auf die 6seitigen Tafeln statt hat, so sieht man in denselben zuerst farblose Streifen von linienförmiger Gestalt und scharfer Begrenzung auftreten. Die-

selben sind im Allgemeinen wie Radian gestellt (Fig. 62). Die vollständige Entfärbung trifft zuerst das Centrum (Fig. 65). Das letzte Stadium zeigt noch kurze radiale Streifen oder auch nur Punkte mit violetter Farbe längs des Randes (Fig. 63). Es bleibt eine sehr durchsichtige Masse zurück, die zuweilen noch ziemlich die polyedrische Gestalt des frühern Crystalloids hat, meist aber mehr rundlich und kleiner ist. Ihre Begrenzung ist sehr zart; Jod färbt sie braungelb (Fig. 64). Es ist ohne Zweifel eine Proteinverbindung. — Aether wirkt wie der Weingeist.

Sehr schwache Säuren verändern die Farbe der Crystalloide in ein helles lebhaftes Roth, greifen dieselben aber nicht weiter an. Wenn sie in den Zellen eingeschlossen sind, so wird zuerst die violette Zellflüssigkeit roth, und kurze Zeit nachher zeigen auch die Crystalloide diese Färbung. Stärkere Säuren wirken ähnlich wie Alkohol. Es verbreitet sich eine rothe Wolke um das Crystalloid, und es bleibt, wenn die Auflösung langsam geschieht, eine geringe Menge von protoplasmaartiger Substanz zurück. Dieselbe ist aber aufgequollen, äusserst weich und zart, oft kaum in der umgebenden Flüssigkeit erkennbar. Befindet sich die letztere in schwacher Bewegung, so wird die halbflüssige Schleimsubstanz in die Länge gezogen und zuweilen in Stücke getheilt. Ich sah sie selbst einmal in der bewegten Flüssigkeit abwechselnd in verschiedener Richtung sich verlängern, auf ähnliche Weise wie die Sarcode ihre Gestalt ändert.

Wenn die Einwirkung der Säure sehr langsam eintritt, so sieht man wie beim Alkohol zuerst farblose linienförmige Streifen auftreten, welche in den 6seitigen Tafeln meistens radial gestellt sind, zuweilen aber auch andere Richtungen zeigen. Bei ganz regelmässigem Verlauf gehen zuerst 6 Streifen vom Mittelpunkt nach den Ecken. In den rhombischen Tafeln laufen sie in der Regel parallel und schneiden die Makrodiagonale unter einem rechten oder spitzen Winkel. Diese Streifen beginnen zuweilen im Innern, häufiger jedoch am Umfange. Es sind wahre Spalten, durch welche die Masse des Crystalloids in

stäbchenförmige Stücke zerfällt, die dann durch Querspaltung wieder in kleinere sich theilen. Diese Stücke liegen in der aufgequollenen Schleimsubstanz des Crystalloids, bis sie vollständig verschwinden.

Wenn die Säure concentrirter oder wenn die Flüssigkeit in Bewegung ist, so bleibt die schleimartige Substanz nicht beisammen, sondern vertheilt sich in der Flüssigkeit. Die Stücke, in welche das Crystalloid zerfällt, trennen sich dann von einander und schwimmen frei herum. Dabei kann die Auflösung entweder von dem ganzen Umfange aus oder von einer Seite her erfolgen. Von dem Crystalloid bleibt in diesem Falle zuletzt gar nichts unter dem Microscop Erkennbares übrig.

Die verschiedenen Säuren weichen darin von einander ab, dass sie mehr oder weniger energisch wirken. Es wurde Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Phosphorsäure und Essigsäure angewendet. Die stärkern Säuren bringen eine mehr hellrothe, die schwächern eine mehr violettrothe Färbung hervor. Schwefelsäure, Salpetersäure und Essigsäure lösen die Crystalloide sogleich auf. Ziemlich concentrirte Salzsäure und Phosphorsäure verursachen bloss einzelne radiale farblose Streifen, und lassen viele Crystalloide selbst nach längerer Einwirkung ganz unverändert.

Manche Crystalloide werden durch Alkohol nicht aufgelöst; es genügt ein wenig Salzsäure beizufügen, um die Auflösung sogleich zu bewirken. Wenn man die halbvertrockneten Beeren in Alkohol legt, so färbt sich dieser bloss grün und das Gewebe bleibt schwarz; setzt man etwas Salzsäure zu, so nimmt er sogleich eine schöne rothe Farbe an und das Gewebe wird hell.

Aetzkalklösung reagirt wie die stärkern Säuren. Die Crystalloide färben sich blau, dann werden sie zerspalten und aufgelöst, indem sich eine kleine Wolke um dieselben verbreitet. Es bleibt kein von der Flüssigkeit unterscheidbarer Rest übrig, sei es, dass die schleimartige Proteinsubstanz gelöst oder in ihrer stärkeren Vertheilung unsichtbar wird.

Kochendes Wasser wirkt wie Säuren und Alkalien; die

Crystalloide verschwinden, nachdem sie zuvor vorzugsweise durch radiale Spaltung in Stäbchen und dann in kleine Körner zerfallen sind.

Aetherisches Oel greift die trockenen Crystalloide nicht an; auch Chloroform bewirkt an denselben keine Veränderung.

Aus den mitgetheilten Thatsachen ergibt sich 1) dass die Farbcristalloide durchdringbar sind. Wenn auch eine Contraction beim Eintrocknen, eine Expansion beim Wiederbefeuchten nicht direct beobachtet wird, so folgt die Nothwendigkeit dieser Annahme doch aus der Thatsache, dass die Farbe verändert werden kann. Einmal geht der Auflösung meist eine Modification in der Färbung voraus; durch Säuren wird das Violett in Roth, durch Alkalien in Blau umgewandelt. Andererseits nehmen in Berührung mit Jodlösung die Crystalloide einen dunklern schmutzigen, ins braun gehenden Ton an. Das ist natürlich nur dadurch möglich, dass die Alkalien und Säuren so wie das Jod in die Substanz derselben eindringen.

2) Aus der Thatsache, dass die Crystalloide in Säuren und Alkalien selbst nicht aufquellen, wohl aber nach erfolgter Reaction eine aufgequollene Schleimsubstanz zurücklassen, welche ein grösseres Volumen einnimmt als das ganze unveränderte Crystallloid, folgt, dass nur diese proteinartige Substanz, die gleichsam die Unterlage bildet, imbibitionsfähig ist, und dass in dieselbe lösliche aber nicht quellungsfähige Stoffe eingelagert sind.

3) Die Schleimsubstanz, welche nach Einwirkung von Alkohol, Aether und Säuren, von einem Crystallloid übrig bleibt, ist äusserst zart und im Lichtbrechungsvermögen fast dem Wasser gleich. Insofern diese optische Eigenschaft einen Vergleich zwischen gefärbten und farblosen Körpern erlaubt, möchte ich vermuthen, dass die Proteinunterlage nicht mehr als $\frac{1}{10}$ der Masse des Crystalloids beträgt. Die Farbstoffe sind gewöhnlich in äusserst geringer Menge vorhanden und doch im Stande eine sehr intensive Färbung hervorzubringen. Das grün gefärbte Protoplasma, dem man das Chlorophyll entzieht, behält das gleiche Volumen und die gleiche Dichtigkeit; es hat durch die

Entfärbung offenbar bloss einen unmerklichen Verlust an Masse erfahren. Wenn sich der violette Farbstoff der Beeren wie das Chlorophyll verhält, so muss man annehmen, dass mit demselben noch eine andere Substanz vorhanden sei, welche vorzugsweise den Körper des Crystalloids bildet. Dafür spricht auch eine andere Thatsache. Der Farbstoff der Beeren ist in kaltem Wasser löslich. Aus den Crystalloiden wird er aber nicht einmal durch schwache Säuren ausgezogen. Diess wäre geradezu unerklärlich, wenn wir annehmen, es bestehen $\frac{9}{10}$ derselben aus Farbstoff. Ist der letztere aber mit einer andern Substanz verbunden, so wird er durch dieselbe vor der Einwirkung des Wassers und der schwachen Säuren geschützt und mit derselben von stärkern Mitteln gelöst.

Diese Annahmen erklären, wie ich glaube, zur Genüge die verschiedenen Reactionen. Das Farbcystalloid besteht aus $\frac{1}{10}$ durchdringbarer eiweissartiger Verbindung und $\frac{9}{10}$ einer nicht imbibitionsfähigen Substanz mit etwas Farbstoff. Die letztere verhindert fast alle Quellungserscheinungen, sie gestattet der Proteinunterlage des Crystalloids nur eine sehr geringe Menge Flüssigkeit aufzunehmen, und schützt den Farbstoff vor der Lösung. Ist sie durch ein Lösungsmittel sammt dem letztern ausgezogen, so kann die Proteinunterlage ihren angestammten Neigungen folgen; mit Alkohol und Aether zieht sie sich etwas zusammen; mit Säuren quillt sie mehr oder weniger auf; mit Alkalien vertheilt sie sich stark oder löst sich auf.

Die Farbcystalloide in den Blumenblättern von *Viola* und *Orchis* unterscheiden sich von denen in den Beeren von *Solanum americanum* durch geringere Beständigkeit, indem schon in kaltem Wasser die in die protoplasmaartige Unterlage eingelagerte Substanz sammt dem Farbstoff ausgezogen wird. Vielleicht hängt damit auch der Unterschied in der Gestalt zusammen, welche darin besteht, dass die Körper in den Blumenblättern eine grosse Neigung zu rundlichen Formen zeigen und selten als ausgebildete Crystalldrusen auftreten.

Die Farbcystalloide von *Solanum* verhalten sich im All-

gemeinen analog wie die Crystalloide der Paranus. Beide bestehen aus einer durch verschiedene Mittel ausziehbaren Substanz und einer protoplasmaähnlichen Unterlage. Bei beiden tritt die letztere gegenüber der erstern quantitativ sehr zurück. Die Verschiedenheit zwischen den Crystalloiden von *Solanum* und *Bertholletia* besteht in der Natur des ausziehbaren Stoffes; bei *Bertholletia* ist es eine imbibitionsfähige Proteinverbindung, bei *Solanum* eine nicht imbibitionsfähige wahrscheinlich stickstofflose Verbindung, die durch einen Farbstoff tingirt ist. Diese chemische und physikalische Verschiedenheit bedingt die in mancher Beziehung ungleichen Reactionen, welche die einen und andern Crystalloide bei der Einwirkung von Quellungs- und Lösungsmitteln zeigen.

Erklärung der Figuren 56 — 65.

Farbcristalloide in den Früchten von *Solanum americanum* Mill.; 400mal vergrößert.

56. Crystalldruse von fast kugeliger Gestalt.
 57. Rhombische Tafel mit einspringendem Winkel.
 58. Rhombische Tafel mit abgestumpften Ecken.
 59. 6seitige Tafel.
 60. Zwei 6seitige Tafeln mit einander verwachsen.
 61. Eine in der Mitte durchbrochene und deutlich aus 6 einzelnen Crystallen verwachsene Tafel, durch schwache Salzsäure roth gefärbt.
 62. Ein Farbcristalloid bei der ersten Einwirkung von Alkohol.
 63. Das nämliche etwas später.
 64. Das gleiche Crystalloid, nachdem der Farbstoff und die andern löslichen Stoffe vollständig ausgezogen sind, durch Jodtinctur gefärbt.
 65. Ein Farbcristalloid zum Theil durch Alkohol entfärbt.
-



