

für eine Anzahl der vorher beschriebenen Vorgänge.

Die Gerbung des Häutchens ist in vertikaler Richtung keine homogene. Die untere Seite ist ein wenig quellbarer als die obere. Deshalb ist hier ebenso wie bei so manchen Bewegungsmechanismen der Pflanzen eine Tendenz zum Rollen vorhanden. Die obere, wasserärmste Lage wird dabei zur konkaven Seite. Da bei dem Negativ zugleich in horizontaler

Richtung durch den Silbergehalt Gerbungsunterschiede vorhanden sind, kommt es nicht zu einem einheitlichen Aufrollen der ganzen Schicht, sondern dies ist an der einen Stelle stärker als an der anderen. In die Falten, welche hierbei entstehen, wird der flüssige Teil der Gelatine hineingepreßt.

Dort, wo Hautbildung und Runzelung annähernd syngenetisch eintritt, wirken die Alterungskontraktionen im gleichen Sinne.

## Ueber kolloides Silizium.

### Ein Beitrag zur Kenntnis der mechanisch-chemischen Dispersionsmethoden.<sup>1)</sup>

Nach Versuchen von R. Astfalk, mitgeteilt von A. Gutbier.

(Mitteilung aus dem Laboratorium für Elektrochemie und technische Chemie der Technischen Hochschule Stuttgart.) (Eingegangen am 21. Februar 1914.)

Im Anschluß an eine Experimentaluntersuchung über kolloides Bor, über welche ich vor einiger Zeit berichten konnte<sup>2)</sup>, habe ich R. Astfalk<sup>3)</sup> veranlaßt, die Fähigkeit von sogenanntem amorphen Silizium, disperse Systeme zu liefern, zu studieren, nachdem ich durch einige Vorversuche festgestellt hatte, daß man beim Silizium ähnliche Erscheinungen beobachtet wie beim Bor.

Aus der trefflichen Literaturzusammenstellung, die wir The Svedberg<sup>4)</sup> verdanken, ist zu entnehmen, daß kolloides Silizium eigentlich auch schon genau solange bekannt ist wie amorphes Silizium, denn H. Davy<sup>5)</sup> hat anscheinend ein derartiges Dispersoid bereits unter den Händen gehabt. J. J. Berzelius<sup>6)</sup> schreibt nämlich folgendes: „Auf die letztgenannte Art (Zusammenschmelzen von Kalium und Kieselerde) versuchte Davy die Reduktion der Kieselerde und erhielt dabei, neben dem Silikat vom Kali, eine braune pulverige Masse, die sich mit graugrüner Farbe in Wasser auflöste. Dieselbe Farbe bemerkte auch ich bei der Flüssigkeit, sie verschwindet aber, wenn sich jene geklärt hat.“

82 Jahre später hat es dann H. Kužel<sup>7)</sup> in seiner bekannten Patentschrift zum ersten

Male klar und überzeugend ausgesprochen, daß man es hier mit kolloiden, durch mechanisch-chemische Dispersion entstehenden Lösungen zu tun hat.

Eine wissenschaftliche Publikation über kolloides Silizium liegt, soweit ich das der mir zur Verfügung stehenden Literatur entnehmen kann, nur von The Svedberg<sup>8)</sup> vor. Es ist ihm mittels seiner prächtigen Methode der oszillatorischen Entladungen gelungen, ein Isobutylalkosol des Siliziums zu bereiten, das im durchfallenden Lichte braungelb, im reflektierten Lichte dunkelgrau erschien und eine unbegrenzte Stabilität aufwies.

Man darf sich, wie ich das schon kürzlich in der Mitteilung über kolloides Bor hervorgehoben habe, auch in dem vorliegenden Falle nicht verhehlen, daß die Bezeichnung „Silizium“ für das durch Reduktion von Siliziumdioxid mit Hilfe von Metallen entstehende und nicht weitgehend gereinigte Reaktionsprodukt eigentlich ganz ungebracht ist. Zahlreiche Forscher, unter denen Berzelius<sup>9)</sup>, H. Davy<sup>10)</sup>, H. Sainte-Claire Deville<sup>11)</sup>, R. W. Bunsen und Matthiessen<sup>12)</sup>, Phipson<sup>13)</sup>,

<sup>1)</sup> Vgl. die Klassifikation von The Svedberg in „Die Methoden zur Herstellung kolloider Lösungen anorganischer Stoffe“ (Dresden 1909).

<sup>2)</sup> Koll.-Zeitschr. 13, 137 (1913).

<sup>3)</sup> R. Astfalk, vgl. dessen Dissertation (Stuttgart 1913).

<sup>4)</sup> The Svedberg, a. a. O.

<sup>5)</sup> H. Davy, Gilbert's Ann. 37, 186 (1911).

<sup>6)</sup> J. J. Berzelius, Ann. d. Physik [2] 1, 221 (1824).

<sup>7)</sup> H. Kužel, D. R. P. 186980 (1906); Zentralbl. 2, 1276 (1907).

<sup>8)</sup> The Svedberg, Ber. d. Deutsch. chem. Ges. 39, 1713 (1906); Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi utg. of K. Svenska Vetenskapsakademien Stockholm 2, Nr. 21 (1906).

<sup>9)</sup> J. J. Berzelius, Gilbert's Ann. 36, 89 (1910).

<sup>10)</sup> H. Davy, a. a. O.

<sup>11)</sup> H. Sainte-Claire Deville, Ann. Chim. Phys. [3] 49, 62 (1856).

<sup>12)</sup> R. W. Bunsen und Matthiessen, Liebigs Ann. d. Chemie 94, 107 (1855).

<sup>13)</sup> Phipson, Proc. Roy. Soc. 13, 217 (1864).

Parkinson<sup>14)</sup>, L. Gattermann<sup>15)</sup>, Cl. Winkler<sup>16)</sup>, Harris<sup>17)</sup>, W. Hempel und H. von Haasy<sup>18)</sup>, sowie E. Vigouroux<sup>19)</sup> besonders hervorzuheben sind, haben ja in wichtigen Experimentaluntersuchungen gelehrt, daß das sogenannte „amorphe Silizium“ keineswegs eine einheitliche Substanz darstellt, sondern ein Gemenge ist von Silizium mit Siliziden und mit anderen, teils von den Verunreinigungen der Ausgangsmaterialien herrührenden, teils während der Reaktion sich bildenden Stoffen. Wenn ich trotzdem für ein derartiges Produkt die Bezeichnung „Silizium“ wähle und gebrauche, so geschieht dies abermals nur aus dem Grunde, um Komplikationen in der Literatur zu vermeiden.

### Experimenteller Teil.

Bearbeitet von R. Astfalk.

Die Versuche, über welche ich hier kurz berichten möchte, beziehen sich auf diejenigen Reaktionsprodukte, welche aus gereinigtem und ausgeglühtem Siliziumdioxyd durch Reduktion mit Magnesiumpulver, mit Kalium und mit Natrium erhalten werden konnten.

Das Siliziumdioxyd wurde aus selbst hergestelltem Natriumsilikat über Graham'sche kolloide Kieselsäure, die man so weitgehend als möglich durch Dialyse reinigte und dann gelatinieren ließ, bereitet. Man entwässerte das Gel vorsichtig und gewann schließlich durch Glühen eine lockere weiße Masse, die sich als Ausgangsmaterial zu den weiteren Versuchen trefflich eignete.

1. Die Reduktion von Siliziumdioxyd durch Magnesiumpulver wurde nach den kombinierten Verfahren von L. Gattermann<sup>20)</sup>, Cl. Winkler<sup>21)</sup> und E. Vigouroux<sup>22)</sup> ausgeführt.

Man gewann in äußerst lebhaft verlaufender Reaktion ein grau- bis kastanienbraunes Produkt, das sich meist verhältnismäßig leicht

aus dem Tiegel entfernen ließ, manchmal aber auch nur durch Zertrümmern des Tiegels erhalten werden konnte. Die Masse wurde vorsichtig von der äußeren, meist recht unreinen Schicht befreit und dann gepulvert in überschüssige, mäßig verdünnte Salzsäure eingetragen, mit welcher man sie bei gewöhnlicher Temperatur ausgiebig digerierte. Dann wurde das Material in gleicher Weise mit konzentrierter Salzsäure erst in der Kälte und dann in der Wärme behandelt.

Wenn man nun das Pulver weiter mit je 30—50 ccm Wasser, das man mit dem Bodenkörper immer einige Zeitlang bei gewöhnlicher Temperatur mechanisch rührte, dekantierte, wurde nicht die geringste Spur der dispersen Phase gebildet. Ersetzte man aber das reine Wasser durch stark verdünntes Alkali und rührte man das Pulver mit diesem, so entstand nach einiger Zeit in der immer wieder erneuerten Waschflüssigkeit ein braunes Sol. In diesem Augenblicke wurde die mit dem Bodenkörper gerührte verdünnte Natronlauge möglichst vollständig abgegossen und — je nach der Menge des zu den einzelnen Versuchen angewendeten Reaktionsproduktes — durch 50—100 ccm stark verdünnte Natronlauge ersetzt, die man mit dem Bodenkörper intensiv rührte und dann nach dem vollständigen Absitzen des Pulvers durch ein vorher benetztes Filter abgoß.

Wie beim Bor so lassen sich auch beim Silizium die dispersen Systeme, welche auf diese Art und Weise in einer großen Reihe von Einzelversuchen erhalten worden sind, sehr scharf in zwei Gruppen unterscheiden: einerseits in solche Systeme, welche sich als verhältnismäßig unbeständig erwiesen, und andererseits in solche, welche sich durch größere Beständigkeit auszeichneten. Und was ich schon früher in der Mitteilung über das kolloide Bor mitteilen konnte, wurde auch hier wieder beobachtet: Trotz vieler Bemühungen, immer unter möglichst gleichgehaltenen äußeren Bedingungen zu arbeiten, ist es nicht gelungen, den einen oder den anderen Fall immer wieder reproduzieren zu können.

Was nun zunächst die verhältnismäßig unbeständigen Sole anbetrifft, so besaßen die direkt gewonnenen Filtrate meist eine hellbraune Farbe in der Durchsicht. Manche von den Systemen, die man in etwas höherer Konzentration bereiten konnte, waren dunkelbraun, und alle waren schwach gelb-

<sup>14)</sup> Parkinson, Journ. Soc. Chem. Ind. [2] 5, 128 (1867).

<sup>15)</sup> L. Gattermann, Ber. d. Deutsch. chem. Ges. 22, 186 (1889).

<sup>16)</sup> Cl. Winkler, Ber. d. Deutsch. chem. Ges. 23, 2652 (1890).

<sup>17)</sup> Harris, Dissertation (Göttingen 1888).

<sup>18)</sup> W. Hempel und H. von Haasy, Zeitschr. f. anorg. Chem. 23, 32 (1900).

<sup>19)</sup> E. Vigouroux, Ann. Chim. Phys [7] 12, 153 (1907).

<sup>20)</sup> L. Gattermann, a. a. O.

<sup>21)</sup> Cl. Winkler, a. a. O.

<sup>22)</sup> E. Vigouroux, a. a. O.

stichtig. Im auffallenden Lichte betrachtet, besaßen die Systeme einen bräunlichen, petroleumartigen Schimmer.

Eine unangenehme Erscheinung wurde insofern beobachtet, als man die Flüssigkeiten so oft filtrieren konnte, als man wollte, ohne daß absolut klare Filtrate erhalten worden wären. Hierdurch unterscheiden sich die kolloiden Lösungen des Siliziums sehr deutlich von denjenigen des Bors, die ja auch zuerst immer durch mitgerissene Spuren des Bodenkörpers trübe erschienen, aber durch mehrmaliges Hindurchgießen durch Papier schließlich doch absolut frei von gröberen Suspensionen erhalten werden konnten. Mit dieser Unmöglichkeit, klare Flüssigkeiten zu erhalten, steht auch ihre verhältnismäßig geringe Beständigkeit in engstem Zusammenhange. Die Systeme konnten höchstens fünf bis sechs Tage im bedeckten Kolben aufbewahrt werden, ohne daß weitgehende Koagulation zu beobachten gewesen wäre. Man fand allerdings auch hier, daß man die Beständigkeit des kolloiden Siliziums ein wenig erhöhen konnte, wenn man sofort nach Auftreten des Niederschlages die kolloide Lösung durch ein Filter abgoß, doch erschienen dann bald wieder Flocken, die schließlich zur vollständigen Zerstörung des dispersen Systems führten.

Gegen höhere Temperaturen erwiesen sich die Lösungen als äußerst empfindlich. Erwärmen, wenn es auch noch so vorsichtig ausgeführt wurde, führte selbst bei frisch bereiteten Kolloiden Koagulation und nach wenigen Stunden vollständige Zerstörung herbei; beim Eindampfen auf dem Wasserbade hinterblieb ein braungelber Rückstand, der absolut irreversibel war. In gleicher irreversibler Weise zersetzte sich das System, wenn man es im evakuierten Exsikkator über konzentrierter Schwefelsäure eindunstete.

Gegen Elektrolyte waren die Flüssigkeiten von größter Empfindlichkeit. Es genügten schon geringe Mengen von gelösten Salzen, um nach kurzer Zeit die Abscheidung brauner Flocken hervorzurufen, die sich schnell vermehrten, so daß bald vollständige Zerstörung des Systems unter Entfärbung eingetreten war.

Gegen Schütteln mit Tierkohle oder mit Bariumsulfat waren die Flüssigkeiten etwas beständiger. Es war notwendig, die Lösungen mit Bariumsulfat einige Zeit zu erwärmen, um allmählich eintretende Entfärbung zu erzielen.

Bei den Versuchen, diese dispersen Systeme durch Dialyse gegen Wasser zu reinigen, hatte

man nur Mißerfolge zu verzeichnen. Sowohl im offenen Dialysator, als auch im Pergamentpapiersacke gingen die Sole, gleichgültig ob sie sofort nach ihrer Bereitung oder erst nach einigem Stehen der Dialyse unterworfen wurden, ausnahmslos zugrunde. Die braunen Flocken, die sich ausschieden, sich schnell vermehrten und zu einer vollständigen Zerstörung der Flüssigkeiten führten, waren irreversibel.

Die Gehaltsbestimmungen, die man in derselben Art und Weise wie beim kolloiden Bor anstellte, lieferten als Durchschnittswert 0,05 Proz. an fester Substanz.

Die Hydrosole, die sich durch größere Beständigkeit auszeichneten, waren alle durchgängig dunkelbraun in der Durchsicht und konnten im bedeckten Glaskolben zwei bis drei Wochen aufbewahrt werden, ohne daß es zur Abscheidung der dispersen Phase gekommen wäre. Proben, die man unter Lichtabschluß aufhob, waren nach sechs Wochen noch ganz unversehrt und erlitten erst nach acht Wochen eine Veränderung, indem nun ziemlich schnell fortschreitende Koagulation eintrat, die auch durch wiederholtes Abfiltrieren des Sedimentes nicht mehr verzögert werden konnte.

Durch noch so vorsichtiges Erwärmen und natürlich auch beim Eindampfen auf dem Wasserbade wurden diese Systeme ausnahmslos zerstört; eine geringe Konzentration konnte nur beim Einengen der Flüssigkeiten im evakuierten Exsikkator über konzentrierter Schwefelsäure erreicht werden.

Sie waren gegen Elektrolyte wieder hervorragend empfindlich. Einige wenige Tropfen von verdünnter Salz-, Schwefel- oder Salpetersäure, von Ammoniak oder von Ammoniumchloridlösung genügten, um innerhalb kurzer Zeit die vollständige Zerstörung der Flüssigkeiten herbeizuführen. In allen diesen Fällen setzte sich der Niederschlag schnell ab, während die über ihm stehende Flüssigkeit wasserhell geworden war. Die Niederschläge waren wiederum vollkommen irreversibel, braun und flockig.

Der Versuch, die Systeme im Pergamentpapiersacke oder im offenen Dialysator zu reinigen, gelang hier einigermaßen, jedoch in keinem einzigen Falle vollständig. Konzentrierung durch Niveaudifferenz konnte dagegen nicht mit Erfolg durchgeführt werden, da die kolloiden Lösungen dabei Neigung zeigten, Niederschläge abzusondern. Länger als vier

Tage konnte die Dialyse nicht fortgesetzt werden.

Die auf diese Weise gereinigten Dispersoide hatten bedeutend an Beständigkeit verloren. Wohl ließen sie sich nach wie vor durch Papier filtrieren, ohne auszuflocken, aber gegen Erwärmen und gegen Konzentrieren durch Eindunsten in der Luftleere waren sie bedeutend empfindlicher geworden, als sie vorher waren. In ihrem Verhalten Elektrolyten gegenüber war gegenüber den ungereinigten Solen kein Unterschied zu bemerken. Durch Schütteln mit Bariumsulfat wurden die Systeme allmählich zerstört.

Die Gehaltsbestimmung ergab auch für diese beständigeren Sole bei verschiedenen Proben wiederum verschiedene Resultate. Als Mittelwert für den Gehalt an fester Substanz dürfte 0,5 Proz. angenommen werden müssen.

Unter dem Einflusse eines Stromes von 220 Volt Spannung beobachtete man eine Bewegung der dispersen Phase nach der Kathode zu. Dort trat zunächst eine Konzentration der braunen Flüssigkeit ein, und bald hatte sich ein dunkelbrauner Niederschlag ausgeschieden.

2. Die Reduktion von Siliziumdioxid durch die gleiche Gewichtsmenge von metallischem Kalium wurde nach der von B. Reinitzer<sup>29)</sup> für Bor mitgeteilten Versuchsanordnung vorgenommen und lieferte in gleichfalls sehr stürmisch verlaufender Reaktion eine grauschwarze Masse, die man als grobes Pulver in destilliertes Wasser von gewöhnlicher Temperatur eintrug und nun mit Wasser ausgiebig dekantierte. Hierbei trat ziemlich schnell der Augenblick ein, in dem das hydrosolbildende Ion wieder diejenige Konzentration besaß, die für die Zerteilung des Produktes in dem Dispersionsmittel günstig war. Das sich unter diesen Umständen bildende Dispersoid war zunächst gelb und wurde mit zunehmender Konzentration dunkelbraun und fast undurchsichtig. Setzte man das Dekantieren längere Zeit fort, so nahm die Zerteilungsfähigkeit des Waschmittels wieder ab, und man erhielt nach und nach heller werdende Flüssigkeiten, bis endlich reines Wasser ablief.

Zu den Untersuchungen wurden daher auch in diesem Falle nur jene kolloiden Lösungen benutzt, welche man von dem Augenblicke an, in dem sich das Dispersionsmittel zu färben begann, mit 50 oder mit 100 ccm Wasser erhielt.

Abermals wurde das konstatiert, was man bei den unter 1. beschriebenen Versuchen beobachtet hatte, indem auch hier zwei voneinander scharf unterschiedene Gruppen von Dispersoiden gewonnen wurden, nämlich verhältnismäßig beständige und verhältnismäßig unbeständige, und ferner, daß die gewünschte Möglichkeit der Reproduktion der Ergebnisse sich als sehr stark vom Zufalle abhängig erwies.

Die verhältnismäßig beständigen Hydrosole waren im durchfallenden Lichte schwach gelbstichig braun und wiesen im auffallenden Lichte einen schwachen Schimmer auf. Sie konnten im bedeckten Glaskolben fünf Wochen lang aufbewahrt werden, ohne daß weitgehende Koagulation eingetreten wäre; diese Aufbewahrungsfrist ließ sich dadurch, daß man die Gläser mit den Flüssigkeiten unter Lichtabschluß aufbewahrte, noch wesentlich verlängern.

Bei den Versuchen, die Dispersoide in Pergamentpapiersäcken durch Dialyse zu reinigen, erkannte man, daß man unter häufigem Ersatze des Außenwassers einige Tage dialysieren konnte, und daß die Flüssigkeiten sich durch Niveaudifferenz auch ein wenig konzentrieren ließen.

Nach der Dialyse hatte sich die Empfindlichkeit der Sole Elektrolyten gegenüber wesentlich gesteigert; n/10-Lösungen von Salz-, Salpeter- und Schwefelsäure schieden in zwei Tagen die gesamte Menge der dispersen Phase ab, so daß die überstehende Flüssigkeit wasserhell und klar war, und ebenso wirkte Natriumchloridlösung ein. Bei Verwendung von Ammoniumchloridlösung war der Niederschlag nicht braun, wie gewöhnlich, sondern grau und flockig; verdünntes Ammoniak verursachte keine quantitative Fällung, denn die über dem Niederschlage stehende Flüssigkeit war gelb und trübe. Alle ausgeschiedenen Produkte erwiesen sich als vollkommen irreversibel.

Erwärmen konnten die Flüssigkeiten sehr wenig vertragen, dagegen ließen sie sich durch Eindunsten im evakuierten Exsikkator über konzentrierter Schwefelsäure etwas konzentrieren, ohne sogleich auszuflocken und irreversible Niederschläge abzuscheiden.

Bei den Gehaltsbestimmungen ergab es sich, daß die dialysierten Sole ebenfalls nicht mehr als 0,05 Proz. an disperser Phase enthielten.

Die verhältnismäßig unbeständigen Sole besaßen die gleiche Farbe wie die so-

<sup>29)</sup> B. Reinitzer, Monatsh. f. Chemie 1, 792 (1880).

eben beschriebenen. Wenn man sie im bedeckten Glaskolben stehen ließ, so schied sich schon nach dem Verlaufe von drei bis vier Tagen eine zunächst geringe Menge eines Niederschlages aus, der sich schnell vermehrte, auch wenn man ihn sogleich abfiltrierte. Alle übrigen Eigenschaften stimmen mit denjenigen der verhältnismäßig beständigen Hydrosole überein; nur der Dialyse waren diese Flüssigkeiten nicht zugänglich, denn sowohl im offenen Dialysator, als auch im Pergamentpapiersacke wurden sie schon nach ganz kurzer Zeit unter Abscheidung von irreversiblen braunen Flocken vollständig zerstört.

3. Die Reduktion von Siliziumdioxid durch die gleiche Gewichtsmenge von metallischem Natrium wurde in gleicher Weise ausgeführt, wie diejenige mit metallischem Kalium.

Behandelte man das Reaktionsprodukt in der unter 2. beschriebenen Art und Weise, so

erhielt man schließlich ebenfalls Dispersoide. Diese waren aber gänzlich verschieden von denjenigen, die man nach 2. gewonnen hatte, denn sie waren gelb und in höherer Konzentration dunkelgelb. Sie ließen sich etwas eindampfen und im evakuierten Exsikkator über konzentrierter Schwefelsäure ziemlich weitgehend konzentrieren, ohne vollständig zerstört zu werden. Elektrolyte bewirkten ziemlich schnell Abscheidung der dispersen Phase, während die Dialyse im offenen Dialysator und im Pergamentpapiersacke weitgehend durchgeführt werden konnte.

Da auch schon beim kolloiden Bor konstatiert wurde, daß die Reaktionsprodukte, die bei der Reduktion von Bortrioxyd durch metallisches Natrium entstehen, zur Bildung merkwürdiger Modifikationen von Dispersoiden Veranlassung geben, werde ich diese Verhältnisse bei Gelegenheit eingehender studieren lassen.

## Ueber die Ursachen des Wachstums der Pflanzen.

Von G. A. Borowikow (Prag).

(Eingegangen am 10. Februar 1914)

(III. Vorläufige Mitteilung.)

In den beiden vorläufigen Mitteilungen über dasselbe Thema, die ich früher publiziert habe<sup>1)</sup>, habe ich die Ansicht ausgesprochen, daß die Hydratation der Plasmakolloide als eine der wichtigsten Ursachen des Wachstums anzusehen ist. Meine Behauptung gründet sich auf die Beobachtungen über die Wachstumsgeschwindigkeit der Keimlinge von *Helianthus annuus* in Lösungen verschiedener Stoffe. Es ergab sich, daß diejenigen Stoffe, welche die Hydratation der Kolloide beschleunigen und befördern, auch auf das Wachstum von Einfluß sind und umgekehrt. Eine Ausnahme von dieser Regel, nach welcher die Laugen hierin an erster Stelle stehen, finden wir in der Bildung der Salze infolge des Vorhandenseins von  $\text{CO}_2$  in der Lösung, welche als Resultat des Atmens der Keimlinge zu betrachten ist.

Seit der Publizierung meiner vorangehenden Forschungen hat sich wieder Material in dieser Richtung angehäuft. Ich kann mich jedoch damit hier nicht ausführlich beschäftigen, da ich dasselbe in einer Detailabhandlung veröffentlichten werde. Ich erwähne nur, daß in

allen Fällen, wo wir in den Lösungen freien H-Ionen begegnen, wir auch die unzweifelhafte Beförderung der Wachstumsgeschwindigkeit konstatieren können. Außer diesen Versuchen über die Wachstumsgeschwindigkeit unter der Einwirkung verschiedener Stoffe, habe ich die Konzentration des Zellsaftes bestimmt. Zu diesem Zwecke bediente ich mich der kryoskopischen Methode, d. h. ich ließ den Zellsaft in dem Apparate Beckmann's gefrieren. Dabei stellte sich heraus, daß die Konzentration des Zellsaftes nicht in gleichem Grade mit der Wachstumsgeschwindigkeit zunimmt, sondern man findet vielmehr die umgekehrte Erscheinung, daß nämlich die Verlangsamung des Wachstums eine Erhöhung der Konzentration des Zellsaftes hervorrief.

Das erfolgt nicht nur bei den Sprossen, die sich in Lösungen von verschiedenen Stoffen befinden, sondern auch bei Versuchen mit Wasser, jedoch bei verschiedenen Temperaturen. Ausnahmen beobachtet man ab und zu in den Lösungen von Ammoniumchlorid, in denen man eine Konzentrationserhöhung des Zellsaftes bei Wachstumserhöhung konstatieren konnte, jedoch nicht in allen Fällen.

<sup>1)</sup> G. A. Borowikow, Biochem. Zeitschr. 48, Heft 3, und 50, Heft 1 und 2.