

## Ueber die Bedeutung der Salze für das Leben der Organismen.

Von Dr. D. Rywosch.

Die Frage von der Bedeutung der Salze für das Leben des Protoplasmas und der Organismen ist bis jetzt verhältnismäßig wenig bearbeitet worden, trotz des großen Interesses, welches sie doch beanspruchen dürfte; auch vermisst man, selbst in den neuesten Lehr- und Handbüchern der Physiologie wie der physiologischen Chemie, sogar eine mehr oder weniger übersichtliche Zusammenstellung derjenigen Punkte dieser Frage, die bereits hier und da in Betracht gezogen worden sind. In den folgenden Zeilen möchten wir den Versuch machen, diese Lücke auszufüllen und eine kurze Uebersicht über den gegenwärtigen Stand dieser Frage zu geben, wie auch einige Bemerkungen in Betreff gewisser Funktionen der Salze hinzuzufügen, ohne jedoch Anspruch zu erheben, die Litteratur derselben hier erschöpfend erörtert zu haben, es lag uns vielmehr daran, die Hauptpunkte zu präzisieren.

Vor v. Liebig hat man die mineralischen Bestandteile der protoplasmatischen Gebilde, wie auch der verschiedenen Flüssigkeiten im tierischen Organismus für zufällige, mehr oder weniger bedeutungslose Stoffe für das Leben des Organismus gehalten. Liebig war unseres Wissens der erste, der die Bedeutung der Salze anerkannte und sie, neben den organischen Bestandteilen und Wasser, als für die Entwicklung und Erhaltung des Lebens unentbehrlich erklärt hat. Ausgehend von der Auffassung, dass beim Stoffwechsel das Organeiweiß zerfällt, wobei auch die darin enthaltenen resp. gebundenen Salze frei werden und sich ausscheiden, erklärt er, dass Nahrungsmittel ohne die entsprechenden Salze „dem Ernährungszweck so gleichgiltig wie der Genuss von Steinen wäre“.

Obgleich manche von den physiologischen Ansichten des großen Forschers sich in der Nachzeit als nicht stichhaltig erwiesen haben, so ist doch diejenige von dem Wert der Salze fast im vollen Maße durch spätere Untersuchungen bestätigt worden.

In erster Linie wäre hier die Thatsache zu erwähnen, dass sämtliche Analysen von Organismen stets die Anwesenheit von Aschenbestandteilen darthun konnten; auch fehlte es nicht an experimentellen Versuchen, die es ebenfalls bestätigten. Hier kämen, wenigstens für die höheren Tiere, die bekannten Forster'schen Versuche, die in den meisten Lehrbüchern der Physiologie und physiologischen Chemie als Basis für die Beurteilung der Bedeutung der anorganischen Nahrungsmittel dienen. Durch eingehende Versuche an Hunden hat Forster<sup>1)</sup> nachweisen können, dass die Entziehung der Salze aus der Nahrung, trotz Zufuhr der organischen Nahrungsstoffe und H<sub>2</sub>O auf die Dauer nicht ertragen wird; ja, die Tiere sollen vollständige Karenz-, Ent-

1) Zeitschrift f. Biologie, Bd. IX, 1871.

ziehung jeglicher Nahrung, verhältnismäßig besser ertragen, als Salzhunger. Die Tiere leben bei letzterm kürzere Zeit, als bei vollständiger Nahrungsentziehung, auch treten krankhafte Erscheinungen, wie Zittern, Krämpfe, nur bei Salzhunger auf.

In der Pflanzenphysiologie ist ebenfalls durch Versuche genügend erwiesen worden, dass zum Gedeihen der Gewächse die Anwesenheit von Salzen unentbehrlich ist.

v. Liebig war auch der erste, der die einzelnen Funktionen, die die Salze im lebenden Organismus ausüben, näher zu präzisieren suchte. Nach ihm lassen sich die Salze, ihren Funktionen nach, in Gruppen einteilen, je nachdem 1. sie in Verbindung mit dem Eiweiße zum Aufbau der Organe dienen, 2. sie die Reaktion der Körpersäfte, vor allem die Alkaleszenz der die Organe und Gewebe umspülenden Flüssigkeit (Blut) herstellen und 3. sie die Diffusion und die Lösung der Eiweißstoffe (Globuline) beeinflussen. (Speziell zählt er zu dieser Gruppe Kochsalz.)

Wir werden die Erörterung der ersten, und vielleicht der Hauptfunktion der Salze, die sie beim Aufbau der lebenden Substanz, des Protoplasmas, ausüben, auf später verschieben und zuerst prüfen, inwiefern sich die Liebig'schen Anschauungen bestätigt resp. erweitert haben.

Eine Gruppe der Salze, die alkalisch reagieren ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ , sekundäre phosphorsaure Alkalien) sind für den Organismus nötig, um die Alkaleszenz zu erhalten. Es ist eine jetzt fast allgemein angenommene Ansicht, dass das Leben nur bei einer schwachen alkalischen Reaktion möglich ist.

Dafür scheint auch teilweise die Thatsache zu sprechen, dass lebende Gewebe, wie auch die innerhalb des Organismus sie umspülende Flüssigkeit fast durchgehend alkalisch reagieren.

Diese Erscheinung hat wahrscheinlich in den bekannten Versuchen von Setschenow über die Absorption von  $\text{CO}_2$ -Salzlösungen ihre Erklärung. Setschenow<sup>1)</sup> bewies, dass Lösungen von  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  sehr viel  $\text{CO}_2$  in sich aufnehmen, selbst bei schwachem, partiellen Druck dieses Gases. Er erklärt zugleich die Tragweite dieses Befundes dahin, dass ohne diese Salze eine Stagnation der  $\text{CO}_2$  in den Geweben stattfinden müsste, was für den Organismus in Folge der Stockung des Atmungsprozesses nur schädlich sein könnte<sup>2)</sup>.

1) Setschenow, Ueber die Absorption der Kohlensäure durch Salzlösung. Mém. de l'Acad. impér. des sciences de St. Petersburg, 7. Sér., 1875, T. XXII, Nr. 6.

2) Das Verhalten der Insekten schien dieser Anschauung Schwierigkeiten zu bieten: nach der Angabe von Halliburton (Lehr. der phys. Chemie) soll das Blut derselben sauer reagieren. Er beruft sich dabei auf die Untersuchungen von Poulton (Proceed. of the roy. society, 1885, p. 294), der das Blut

Neben dieser Funktion, die die sogenannten basischen Salze ausüben, hat man ihnen später noch eine zweite Bedeutung zugeschrieben, nämlich die Neutralisation der im Körper sich bildenden Säuren: der beim Abbau des Eiweißmoleküls sich bildenden  $H_2SO_4$  sowie der beim Zerfall des Lecithins entstehenden Phosphorsäure.

So erklärt Bunge<sup>1)</sup> das schnelle Verenden der Forster'schen Versuchshunde bei salzarmer Nahrung teilweise durch eine Vergiftung mit  $H_2SO_4$ , welche sich beim Zerfall des Eiweißes im Organismus bildet.

Auch Setschenow<sup>2)</sup> äußert sich in seinen letzten Arbeiten dahin, dass diese Funktion der basischen Salze von hoher Bedeutung für das Leben der Organismen sei. A priori lässt sich zwar die Notwendigkeit der Salze nach dieser Richtung hin nicht gut einsehen. Der Organismus besitzt für eventuelle Fälle eine genügende Quelle von  $NH_3$ , welches sich beim Zerfall des Eiweißes bildet, um die verhältnismäßig geringe Säuremenge, die beim Zerfall entsteht, zu neutralisieren. Die Versuche von Walter<sup>3)</sup> in Schmiedeberg's Laboratorium haben das in Bezug auf Hunde überzeugend bewiesen. Bei Einverleibung von mineralischen Säuren an Hunden konnte Walter stets eine Vermehrung von  $NH_3$ , welche die Säure neutralisiert, konstatieren. Auch bei gewissen Diabetesformen, wo eine abnorme Säurebildung im Organismus stattfindet, lässt sich zugleich eine reichlichere Bildung von  $NH_3$  ermitteln, welche die Säure, die sich im Organismus bildet (Oxybuttersäure) zu neutralisieren vermag. In Nenck's Laboratorium in Petersburg wurde neuerdings nachgewiesen, dass in den Geweben der Tiere geringe Mengen von  $NH_3$  stets vorhanden sind. Allerdings kommt diese Fähigkeit des Organismus, Säuren durch  $NH_3$  aus dem Stickstoff des Eiweißes zu neutralisieren, wie aus vielen Versuchen (Salkowski, Walter, Knierim) zu schließen ist, bloß den Fleischfressern zu. Die Pflanzenfresser (Kaninchen) sind lediglich auf die Alkalien, die sie mit dem Futter aufnehmen, angewiesen. Zwar wäre noch hinzuzufügen, dass unter normalen Verhältnissen, wie es scheint, die Hunde die mineralischen, im Körper entstehenden Säuren, durch fixe Alkalien und nicht durch Ammoniak neutralisieren: man findet im Harn die genannten Säuren stets als Salze fixer Alkalien oder alkalischer Erden.

der Raupen von saurer Reaktion fand. Diese Angabe beruht aber entschieden auf einem Irrtum. Wir haben das Blut von Käfern, Orthopterenlarven, sowie auch der Raupe von *Gastropacha quercus* untersucht und das frische Blut stets alkalisch gefunden. Das hat schon im Jahre 1867 H. Landois (Beob. über das Blut der Insekten. Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 14, S. 65) auf Grund von Untersuchungen zahlreicher Insekten, darunter auch vieler Raupen, feststellen können; „das Blut der Insekten im frischen Zustande reagiert alkalisch“.

1) Bunge, Lehrbuch der physiol. Chemie.

2) Setschenow, Des alkalis du sang et de la lympe, Physiol. russe, Vol. I, 1898.

3) Walter, Arch. für exp. Path., 7.



Jedenfalls besteht, wie die zahlreichen Untersuchungen bewiesen haben, ein großer Unterschied zwischen den pflanzen- und fleischfressenden Tieren. Von seiten einiger Forscher wurde sogar der Versuch gemacht es im Sinne eines teleologischen Prinzips zu erklären. Die Pflanzenfresser nehmen mit der Nahrung genügend Kohlensäure und pflanzen-saure Alkalien, die sich im Körper mit Leichtigkeit zu kohlensauren verwandeln, auf. Diese Mengen reichen sowohl für die Erhaltung der beim Atmungsprozess so wichtigen Alkaleszenz des Blutes, wie auch für die Neutralisation der beim Stoffwechsel sich bildenden Säuren, vollständig aus.

Nun fragt sich aber, woher die Fleischfresser die nötigen basischen Salze beziehen? Im Fleische nämlich sind diese Salze in minimaler Menge resp. garnicht vorhanden, und trotzdem finden wir im Blute 0.2%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (nach Setschenow) und  $\text{NaHCO}_3$ . Ohne diese Salze wäre die Atmung erschwert, ja auf die Dauer unmöglich.

Die Frage wird noch schwerwiegender, wenn wir bedenken, dass diese Tiere durch den Harn beständig Verluste an fixen Alkalien erleiden. Wenn dies nicht der Fall wäre, könnte man noch annehmen, dass der Organismus die einmal gegebene nötige Menge mit Zähigkeit zurückhält. Wir müssen also schließen, dass der Organismus der Fleischfresser über gewisse Mechanismen verfügt, die ihm ermöglichen, die nötigen basischen Alkalien aus den Salzen der Nahrung zu fabricieren. Setschenow<sup>1)</sup>, der dieser Frage eine Abhandlung widmet, glaubt, dass die Bildungsstätte des Soda das Pankreas und die Lieberkühn'schen Drüsen seien. Wir wollen auf seine Beweisgründe hier nicht näher eingehen — es würde uns zu weit führen — wir möchten nur hervorheben, dass wir die Existenz einer solchen Stätte der Soda-bereitung im Organismus der Fleischfresser wohl anzunehmen gezwungen sind. Ob sich die Werkstätten in allen Zellen oder bloß in gewissen Organen befinden, ist eine andere, spezielle Frage. Wir können nur ganz allgemein sagen, dass die Fleischfresser in Bezug auf die nötige Beschaffenheit ihrer Körperflüssigkeit mehr unabhängig von den äußeren Umständen (Nahrung) zu sein scheinen, als die Pflanzenfresser. Dieses Bestreben, sich so viel als möglich von der Außenwelt in Bezug auf die inneren Lebensbedingungen frei zu machen, scheint überhaupt in der Natur der lebenden Wesen zu liegen. So haben sich z. B. die Vögel und Säugetiere in Bezug auf Wärme von der Temperatur der Umgebung mehr oder weniger befreit; so sind auch die höheren Tiere in Bezug auf den Salzgehalt von dem umgebenden Medium unabhängig geworden [worauf Höber<sup>2)</sup> in seiner Arbeit aufmerksam macht]. Während nämlich die sonstigen Seetiere in ihrer Körperflüssig-

1) l. c.

2) Höber, Ueber die Bedeutung der Theorie der Lösung für Physiologie und Medizin. Biol. Centralbl., Bd. XIX, Nr. 8.

keit so viel Salze enthalten, wie das Seewasser, in dem sie leben, besitzen die darin lebenden Knochenfische und Reptilien fast dieselben Mengen von Salzen, wie ihre Genossen im Süßwasser resp. auf dem Lande.

Nach dieser längeren Abschweifung kehren wir zu unserem eigentlichen Thema zurück. Dass die Bedeutung der Salze nicht nur in der Herstellung der nötigen Reaktion resp. der Neutralisation der sich im Organismus bildenden Säuren liegt, ist aus der Thatsache zu ersehen, dass wir neben diesen basischen Salzen auch neutrale wie NaCl, KCl überall im Tierreich vorfinden. Liebig hat, wie schon erwähnt, die Bedeutung dieser Salze für die Diffusion und Lösung der Eiweißstoffe hervorgehoben. Die Notwendigkeit dieser Salze zur Erhaltung gewisser Eiweißstoffe (Globuline) in Lösung wird wahrscheinlich auch jetzt zugegeben werden müssen. Dagegen hat die Ansicht über den Wert der Salze, insofern sie die Diffusion im Körper ermöglichen, an Bedeutung abgenommen, seit man allmählich durch eingehendere Versuche zu der Ansicht gekommen ist, dass bei der Resorption der Eiweißstoffe und anderer Nahrungsmittel, sowie auch bei den ex- und sekretorischen Vorgängen im Organismus es sich nicht lediglich um einfache Diffusion handle, sondern vielmehr um aktive Beteiligung der Zellen. An ihre Stelle trat in der neueren Zeit eine Ansicht über die Funktion dieser Salze, die sich dahin definieren lässt, dass dieselben die osmotischen Druckverhältnisse im Organismus regeln. Am klarsten finden wir diese Ansicht bei Tigerstedt<sup>1)</sup> wiedergegeben. „Die in den Körperflüssigkeiten befindlichen Aschenbestandteile sind für die osmotische Spannung derselben von einer durchgreifenden Bedeutung und die Erfahrungen an einzelligen Geschöpfen lehren uns, dass der Salzgehalt d. h. die osmotische Spannung der Flüssigkeit, in welcher sie leben, außerordentlich wichtig ist. Es ist daher nicht zu kühn, anzunehmen, dass bei den mehrzelligen Organismen die Gewebsflüssigkeit, um ihre Aufgabe erfüllen zu können, auch eine gewisse Menge von Aschenbestandteilen nötig hat“. Er erklärt, von diesem Gesichtspunkte ausgehend, auch warum die Forster'schen Versuchstiere zu Grunde gehen mussten. „Nun werden diese (Aschenbestandteile) aber durch die Ausscheidung des Körpers unaufhörlich abgegeben. Wenn sie nicht durch die Nahrung wieder ersetzt werden, so müssen endlich die lebenden Gewebe von sich selbst solche zu der Gewebsflüssigkeit abgeben, damit dieselbe keine allzu abnorme Zusammensetzung bekomme“.

Besonders betont die Bedeutung der Salze nach dieser Richtung hin Hüber<sup>2)</sup>, welcher selbst das Wachstum der Zellen, diese fundamentale Lebensäußerung derselben, den osmotischen Spannungsdifferenzen

1) Tigerstedt, Lehrb. d. Phys., Bd. I, S. 114.

2) Hüber, l. c.

zuschreibt. Neuerdings wird auch von seiten der Mediziner den Salzen, dank ihrem osmotischen Drucke, eine hohe Bedeutung zugeschrieben. So will Dr. med. Hans Köppe<sup>1)</sup> die Salze geradezu als Nahrungsmittel betrachten, „denn mit ihnen (den Salzen) resp. ihren Lösungen wird dem Körper Energie zugeführt“. Diese Energie lässt sich allerdings nicht, wie die Energie anderer Nahrungsmittel, in Kalorien ausdrücken; „die Energie der Salzlösungen äußert sich in Druck- oder Bewegungserscheinungen und wird in Atmosphärendruck abgegeben“. Dass aber nicht bloß in der Regulierung des osmotischen Druckes die Bedeutung dieser neutralen Salze liegt, geht daraus hervor, dass sie auch anzutreffen sind bei Lebewesen, bei denen weder von einem flüssigen „Milieu interne“, noch von einem flüssigen „Milieu externe“ (Claude Bernard, Höber) die Rede sein kann. Man findet sie auch beispielsweise bei *Aethalium septicum*. Wir sind tatsächlich auch genötigt, anzunehmen, dass diesen Salzen im Organismus noch insofern eine Bedeutung zukommt, dass sie gewisse Prozesse, die sich im lebenden Wesen abspielen, ermöglichen resp. erleichtern. Es ist sogar der Versuch gemacht worden, verschiedenen Salzen bestimmte chemische Funktionen zuzuschreiben. So glaubt z. B. O. Loew<sup>2)</sup>, dass die Kaliumsalze für die Kondensationsprozesse, die Calciumsalze für die Thätigkeit der Zellkerne, des Chlorophyllkörpers, Magnesiumsalze für die Assimilation der Phosphorsäure nötig wären. Diese Fragen sind so komplizierter Natur und unsre Kenntnisse über die inneren Vorgänge der Zelle so gering, dass es schwer fällt, an der Hand der vorhandenen Versuche ein sicheres Urteil über die speziellen Funktionen der einzelnen Salze abzugeben, obgleich einige Beobachtungen hauptsächlich der Botaniker (Molisch) gewisse Anhaltspunkte für manche der Loew'sehen Angaben zu liefern scheinen.

Dagegen liegen verhältnismäßig viele Erfahrungen und Versuche vor, die deutlich uns den Wert der Salze für die verschiedenartigsten Fermentationsprozesse darthun. Wenn wir bedenken, dass die meisten chemischen Prozesse, die im Organismus vorgehen, hauptsächlich auf fermentativer Thätigkeit beruhen, wird uns zugleich auch die Bedeutung der Salze nach dieser Richtung hin einleuchten. Die chemischen Prozesse, die durch Fermente befördert werden, bestehen teilweise in Hydratation, wo die Verbindungen durch Aufnahme der Elemente des Wassers in einfachere übergeführt werden. Die Verdauungsfermente, Ptyalin, Pepsin, Trypsin gehören in diese Gruppe. Ueber diese Fermente liegen uns Versuche von Nasse, Grützner, Alex. Schmidt vor, die sämtlich die große Abhängigkeit der Thätigkeit derselben von der Anwesenheit von Salzen beweisen. Die Gärungsprozesse, die man

1) Köppe, Die Bedeutung der Salze als Nahrungsmittel. Vortrag, gehalten im 68. Verein deutsch. Naturf. u. Aerzte in Frankfurt a./M., 1896.

2) O. Loew, Chem. Energie der lebenden Zelle.



früher nach Pasteur an die Gegenwart von Lebewesen knüpfte, beruhen, wie man jetzt nach den Untersuchungen von Buchner weiß, ebenfalls auf der Thätigkeit eines Fermentes. Nun hat bereits Liebig den Einfluss der Salze auf diese Prozesse betont, und neuerdings haben Spohr, Prior und viele andere dasselbe nur bestätigen können. In der letzten Zeit hat man eine große Anzahl von Oxydationsfermenten wie in tierischen (Jaquet und Schmeideberg, Spitzer und Röhm) so auch in pflanzlichen Zellen (Bertraud) nachgewiesen. Man nennt sie gegenwärtig Oxydasen. In Bezug auf die Thätigkeit dieser Fermente äußert sich Bertraud, dass die Gegenwart von Salzen, die er geradezu Kofermente nennt, notwendig sei. Auch in Bezug auf die sogenannten Koagulationsfermente (Fibrinferment, Labferment) liegen uns derartige Aeüßerungen seitens vieler Forscher vor. So giebt Alex. Schmidt in seinen „Weiteren Beiträgen zur Blutlehre“ deutlich an, dass ohne die Gegenwart von Salzen die Fibringerinnung unmöglich sei. Ueber die Ursache der Beeinflussung dieser Prozesse durch Salze sind wir allerdings noch nicht im klaren. Vielleicht haben wir hier wiederum Aufklärung von seiten der physikalischen Chemie zu erwarten, wie sie uns bereits Verständnis für die Bedeutung der Salze zur Regulierung des osmotischen Druckes gegeben hat. Und zwar scheint die Lehre, die von Arrhenius begründet und näher ausgeführt wurde, und nach welcher die Salze in Lösung teilweise in ihre Ionen zerfallen sollen, eine Lehre, die im besten Einklange mit den meisten physikalisch-chemischen Eigenschaften der Lösungen steht, hier mit der Zeit Aufklärung geben zu können.

Wir kehren jetzt zum letzten Punkte der Liebig'schen Lehre, zur Betrachtung derjenigen Gruppe von Mineralstoffen, die in Verbindung mit dem Eiweiße an dem Aufbau der Organe teilnimmt. Bei seinen bekannten Versuchen über die Bedeutung der Aschenbestandteile in der Nahrung hat Forster von Schwefel abgesehen, weil, wie er sagt, dasselbe zur Konstitution des Eiweißes gehört. Wir kennen außer S noch einige andre Aschenbestandteile, die zur Konstitution des Eiweißes gehören, also in rein chemischer (atomistischer) Verbindung mit dem Eiweiße sich befinden, wie z. B. Phosphor, vielleicht auch Eisen.

Die eigentlichen Salze aber, wie z. B. NaCl, KCl finden sich bloß in Molekular- resp. nach Nägeli in Micellarverband im Protoplasma vor. Wenn uns die Bedeutung der ersten Reihe von mineralischen Bestandteilen (S, P, Fr) für das Leben des Protoplasmas mehr oder weniger verständlich ist, indem es eben zur Konstitution des Eiweißes, das die wichtigste Grundsubstanz der lebenden Materie ausmacht, gehört, ist die Rolle der physikalisch beigemengten Salze, der Salze, die in großen Micellarverbänden mit eingenommen sind, weniger klar. Nach einer Richtung hin könnte ihre Bedeutung, einigermaßen vielleicht, verständ-

lich werden, wenn wir uns den Aggregatzustand des Protoplasmas vergegenwärtigen. Man bezeichnet gewöhnlich den Aggregatzustand des Protoplasmas als fest-flüssig, oft findet man auch den Vergleich mit Gallerte vor, was unsrer Ansicht nach auch zutreffend ist. Dieser Vergleich ist besonders konsequent bei Nägeli durchgeführt; ja, seine Micellarttheorie beruht hauptsächlich auf dieser Parallele. Nägeli setzt zuerst den Unterschied zwischen Lösung kolloidaler und krystalloider Substanz auseinander und formuliert ihn dahin, dass bei den letzteren die Substanz in einfache Moleküle aufgelöst sich befindet, bei den ersteren aber, den kolloiden Lösungen, in Molekulargruppen (Micellen).

In organischen Körpern, welche hauptsächlich aus kolloiden Substanzen bestehen, sind diese Micellen in Verbände geordnet, welche zu Micellarketten, die Gerüste, weiter Maschen bilden, sich anlegen. In den Lücken dieser Maschen befindet sich Wasser mit den darin aufgelösten Stoffen verteilt. „Nur auf diesem Wege wird es möglich, mit wenig Substanz und viel Wasser ein festes Gefüge herzustellen, wie es die Gallerte darbietet“. Dieser fest-flüssige Aggregatzustand ist der einzig mögliche für lebendes Protoplasma, welches nicht starr sein darf, um seine Funktionen ausüben zu können, aber auch nicht zerfließbar. In chemischer Beziehung behält es aber einige Eigenschaften des flüssigen Aggregatzustandes, worauf schon Graham aufmerksam gemacht hat. Nach Reformatsky<sup>1)</sup> gehen die chemischen Reaktionen in Gallerten ebenso geschwind vor sich wie in Flüssigkeiten. Auch in Bezug auf Diffusion, welche ja im Lebensprozesse von Wichtigkeit ist, verhalten sich die Gallerten wie Flüssigkeiten (Graham, Voigtländer). Kurzum dieser gallertartige Zustand scheint für das Leben des Protoplasmas unentbehrlich zu sein. Was wissen wir von diesem Aggregatzustande? wodurch wird er ermöglicht? Graham, dem wir über die kolloide Substanzen das meiste, was wir darüber wissen, zu verdanken haben, hebt hervor, dass der Gelatinierungsprozess der kolloiden Substanzen von Salzen stark beeinflusst wird, dass die Salze diesen Prozess beschleunigen. Allerdings hebt er hervor, dass diese Substanzen, wenn auch nach sehr langer Zeit, wie es ihm scheint, ohne Salze gerinnen können. Bei der Kieselsäure, welche bekanntlich ebenfalls in diesen gallertartigen Zustand gebracht werden kann, glaubt Graham, dass die Salze diesen Uebergang wenig beeinflussen. Nun hat Alex. Schmidt und sein Schüler, W. Kiseritzky, durch eingehende Versuche nachgewiesen, dass die Salze einen großen Einfluss auf die Gerinnung haben, und sie ziehen aus ihren Versuchen grade an der Kieselsäure den Schluss, dass die Gelatinierung ohne Salze nicht gut zu stande kommen kann. Wir verweisen auf die interessanten Versuche und die geistreiche Auseinandersetzung in den „Weiteren Beiträgen zur Blutlehre“ von Schmidt

1) Zeitschr. f. physik. Chemie, Bd. VII, S. 34.



(Kap. I), wo man auch weitere Beweise für die Unentbehrlichkeit der Salze für den Gelatinierungsprozess vorfindet, so z. B. die Bildung von Fibrin, dieser gallertartigen Modifikation des Fibrinogens, welche nur in Gegenwart von Salzen stattfinden kann.

Von der Gallerte (Leim), diesem Prototyp des nach ihm benannten Aggregatzustandes, wissen wir, dass das Gelatinierungsvermögen mit Abnahme des Aschengehaltes abnimmt [Tigerstedt<sup>1)</sup>]. W. Kieseritzky vermutet, dass „die Koagulierbarkeit (das Uebergehen in den gallertartigen Aggregatzustand) nicht eine essentielle, sondern erworbene, durch die krystalloide Beimengungen den Kolloidsubstanzen erteilte Eigenschaft darstellt“. Dieser Satz ist vielleicht zu gewagt, indem es wahrscheinlich anzunehmen ist, dass diesen sog. Kolloidsubstanzen die Fähigkeit zu gelatinieren innewohnt, nur kann sie aber erst zum Vorschein kommen, wenn Salze zugegen sind. Es fehlt allerdings noch an einem absolut sicheren Nachweis, dass in völlig salzlosen Flüssigkeiten das Gelatinieren nie zu stande käme. Wir können es nur aus dem günstigen Einfluss des Salzzusatzes schließen (es darf ein gewisses Optimum nicht überschritten werden; ein Zusatz von Salzen über dieses Optimum wirkt nur hinderlich). Diese Versuche müssten mit absolut reinem, destilliertem Wasser (geprüft nach Kohlransch) angestellt werden. Das Wasser, dessen man sich bis jetzt bei derartigen Versuchen bedient hat, kann nicht als solches angesehen werden. Jedenfalls scheint uns die Gegenwart von neutralen Salzen in protoplasmatischen Gebilden, um den nötigen Aggregatzustand derselben zu erhalten, von Wichtigkeit, wofür die Angaben von Graham, geschweige denn diejenigen von Schmidt, Kieseritzky sprechen. Inwiefern die Salze den „fest-flüssigen“ Aggregatzustand ermöglichen, resp. begünstigen, ist unseres Wissens noch nicht aufgeklärt. Wir haben vermutlich, auch in Bezug auf diese Frage, Aufklärung von der physikalischen Chemie zu erwarten.

In unsrer Uebersicht haben wir die Bedeutung der Salze, insofern sie die Skelettbildung angeht, als eine selbstverständliche, unberücksichtigt gelassen; wir hielten es am besten uns an der Hand der ihrer Bedeutung nach von Liebig angegebenen Gruppierung der Salze zu halten. —

Aus dieser kurzen, hier und da vielleicht auch lückenhaften Uebersicht können wir dennoch ersehen, dass es noch vieler Arbeit und Forschung bedürfen wird, ehe die Frage von der Bedeutung der Salze für das Leben der Organismen ihre allseitige Aufklärung findet. —

Warschau, den 20. Januar 1900.

[31]

1) Tigerstedt, Lehrb. der Phys., S. 68.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: [20](#)

Autor(en)/Author(s): Rywosch D.

Artikel/Article: [Ueber die Bedeutung der Salze fu^r das Leben der Organismen. 413-421](#)