

Mitteilungen.

(I.) Hugo Fischer: Von Eigenschaften pflanzlicher Quellstoffe.

Schon vor Jahren habe ich Zweifel geäußert, ob die Mizellarhypothese von NÄGELI mit den Tatsachen der Quellung usw. übereinstimme¹⁾, habe aber bei meinen Fachgenossen bisher wenig Gehör gefunden. Über das Warum unterlasse ich es, nähere Betrachtungen anzustellen. Es genügt aber jener Theorie gegenüber nicht das Zugeständnis, daß sie hier und da zu modifizieren sei — an die Grundlagen muß die einreißende und wieder aufbauende Hand gelegt werden.

Betrachten wir zuvor in Kürze, was denn die „Kolloid-Chemie“, die wohl besser „Kolloid-Physik“ heißen sollte, uns für Grundbegriffe an die Hand gibt: Es gibt eigentlich keine Körperklasse der Kolloide, sondern jeder chemische Körper kann im „kolloiden Zustand“ vorliegen, wenn seine Teilchengröße gewisse Maße einhält: kleiner als die kleinsten im Mikroskop noch sichtbaren Teilchen, größer als die Molekeln der anorganischen Chemie. Freilich gibt es nun doch eine Körperklasse der organischen Kolloide, d. s. solche Verbindungen, deren Molekeln von Natur schon jene Größe haben und nicht erst, wie Metalle oder Metallsalze, künstlich zu der kolloidalen Größenordnung gebracht werden müssen. Diese natürlichen Kolloide, Stärkemehl, Zellulose, das Heer der Eiweißkörper, die sind es naturgemäß, die das Interesse der Biologen erregen mußten. Seltsam nur, daß man sich immer wieder mit einer alten Hypothese begnügt hat und niemals auf die Widersprüche zwischen ihr und gewissen Beobachtungstatsachen aufmerksam geworden ist.

Nach NÄGELI soll das Wesen der Quellung darin bestehen: Im wasserfreien Kolloid liegen die kristallinischen Mizellen, aus denen dasselbe aufgebaut ist, bis zur Berührung genähert, Fläche an Fläche nebeneinander. Tritt Wasser hinzu, so wird es von den

1) Vgl. COHNS Beitr. z. Biol. d. Pfl., 8, 1898, 53 ff. — Beih. z. Bot. Centrbl., 12, 1902, 226 ff. — Ebd. 18, 1, 409 ff. — Ztschr. Physikal. Chem. 1908. 480 ff.

Oberflächen der Mizellen durch Adhäsion angezogen (wie in einer Kapillare), dringt dazwischen und drängt die Mizellen mit Gewalt auseinander, ohne jedoch die Kohäsion dieser aufzuheben. Diese Hypothese enthält mindestens zwei Unmöglichkeiten: Erstens das Bestehen innerer Oberflächen in einem festen Körper, dessen Massenteilchen sich „bis zur Berührung“ genähert sind. Wie denn in einem Stück Bergkristall oder Kalkspat? Sind denn da die Massenteilchen noch näher als bis zur Berührung gebracht? Denke ich mir die Wände einer Kapillare bis zur Berührung genähert, dann ist es eben keine Kapillare mehr, sondern ein Glasstab, und keine Kapillaritäts-Erscheinung mehr darin zu beobachten! Zweitens: ist die Quellung eine reine Kapillarwirkung, dann müssen auch wasserfreie Flüssigkeiten, die sich sonst physikalisch dem Wasser ganz ähnlich verhalten, wie Alkohol u. a., die gleiche Erscheinung zeigen, die aber (außer an Kautschuk!) an keinem Kolloid Quellung bewirken.

In dieser Richtung liegen auch die längst bekannten, verschiedentlich zitierten, aber niemals kritisch verwerteten Versuche von ASKENASY¹⁾. Dieser brachte einen Stoß blank geputzter Deckgläschen zwischen die Backen eines ZEISS'schen Deckglastasters, ließ dann Wasser, Alkohol u. a. daran treten, und maß, was sich zeigte. Hier beobachtete er erst Zusammenziehung (!!!), bei weiterem Zufluß Auseinanderweichen, beim Verdunsten wieder Zusammengehen; aber: mit Alkohol genau so wie mit Wasser, ganz anders also wie beim Befeuchten von Stärkekörnern oder dergl. Beiläufig: auch trockener Sand schwillt beim Befeuchten keineswegs auf, sondern zieht sich zusammen!

Man betrachte sich doch einmal aufmerksam das Bild eines kapillaren Hohlraumes (2 parallele Gerade) mit dem Meniskus einer darin aufsteigenden Flüssigkeit; da sieht man schon geradezu, wie von rechts und links ein Zug ausgeübt wird, nicht ein Druck von mehr als 3000 Atmosphären, mit dem z. B. ein trockenes Stärkekorn seine Quellung beginnt. Und jener kapillare Zug, der springt uns auch aus den Versuchen von ASKENASY entgegen. Man braucht nur einmal zwischen zwei ebene Glasplatten (Objektträger) ein wenig Wasser zu bringen, da kann man sich von dem kräftigen Zug, nicht Druck, direkt überzeugen.

Noch ein anderes: wenn ein Lichtstrahl, in ein befeuchtetes Stärkekorn eingetreten, immer wieder bald Mizellen, bald Wasser-

1) ASKENASY, in Verhandl. Naturhist.-Mediz. Ver. Heidelb., N. F. 6, 1898/1901, 381 ff.

schichten passieren müßte, in Größen nahe der mikroskopischen Grenze, dann könnte ein Stärkekorn im Dunkelfeld nicht so völlig optisch leer erscheinen, wie es in der Tat der Fall ist (ganz ebenso auch bei Blutkörperchen). Diese Objekte müßten unbedingt ihre „ultramikroskopische Schaumstruktur“ verraten — wenn sie eine hätten. Sie haben aber keine!

Daran ändert es auch nichts, wenn man nach den neueren Methoden der Kristallphotographie mittels Röntgenstrahlen an Zellwänden eine längsgerichtete Mizellarstruktur nachgewiesen hat. Zugegeben! Aber wenn nun die Wand wirklich aus faserförmigen Elementarteilchen aufgebaut ist, — beweist denn das etwas für die Art, wie eine solche Wand quillt? Selbst hundert oder mehr solcher Bilder wären noch kein vollgültiger Ersatz für den fehlenden Beweis, daß die Quellung einer solchen Membran als rein kapillarer Vorgang zwischen jenen Mizellen sich abspielen sollte. Ebenso unkritisch ist es, aus ultramikroskopischen Protoplasma-Untersuchungen Beweise für die Mizellarhypothese herleiten zu wollen. Das Plasma wird dabei als nicht optisch leer beschrieben (andere haben es aber doch optisch leer gesehen — wer hat da Recht?); aber von da bis zum Beweis für die Quellungshypothese nach NÄGELI ist noch ein ungeheuer weiter Schritt! Im Plasma brauchten sich ja nur ultramikroskopische Oeltöpfchen vorzufinden, da wäre es mit der optischen Leere schon aus.

Also, zusammengefaßt: die angeführten Tatsachen genügen vollauf, zu zeigen, daß die Quellung als rein kapillarer Vorgang an kristallinen Mizellaroberflächen ein unmöglich Ding ist. Zu einer naturgemäßen Deutung der Erscheinungen können wir nur kommen, wenn wir die Quellung als der Lösung verwandt, oder als eine besondere Form der Lösung betrachten. Damit allein ist nun freilich das Kolloidproblem noch nicht gelöst, die Arbeit fängt auf dieser Grundlage erst an. Aber die Grundlage, auf der weiter gearbeitet werden kann, ist damit gegeben, und es liegen auch schon Arbeiten dieser Richtung vor. Erinnert sei hier nur an die Abhandlung von KATZ, Amsterdam, in Kolloidchem. Beihefte 9, 1916, 1—182, in der der Beweis erbracht ist, daß die Quellung sich ohne Mizellarstruktur durchaus erklären läßt; — eine Arbeit, an der die Botanik schweigend vorübergegangen ist.

Der eine Grundgedanke bei NÄGELI war übrigens durchaus richtig: die Quellung kann nicht an letzten Einheiten von der Größe $C_6H_{10}O_5$ haften, die Einheiten müssen größer sein. Da aber die Wissenschaft längst dazu gelangt ist, den Stärkemolekeln eine wesentlich höhere Größenklasse zuzuschreiben, so ist jede weitere

Annahme, die Molekeln seien zu „Mizellen“ vereinigt, für die Quellungstheorie überflüssig und erledigt. — Auch das ist NÄGELI zuzugestehen, daß seine Hypothese ein großer Fortschritt gegen die älteren Vorstellungen war; denn nach diesen sollte das Kolloid ein „Raumgitter“ darstellen, dessen Hohlräume durch das Quellungswasser ausgefüllt würden — wodurch aber weder die Volumzunahme, noch die Konsistenzänderung begreiflich wurde; dagegen waren die „Mizellen“ immerhin eine Verbesserung!

Es spricht aber ein sehr gewichtiger Grund gegen alle „Struktur“-Theorien der Quellung, so besonders auch gegen die „Wabentheorie“ von BÜTSCHLI: Wenn kolloide Natur mit „Struktur“ verbunden wäre, so müßte nach Zertrümmern der Struktur die kolloide Beschaffenheit aufhören. Das ist absurd. —

Zwei Dinge sind von der Frage nach der Kolloidnatur nicht wohl zu trennen: die Theorie der (künstlichen) Färbung und die der Diffusion und Diosmose.

Als man nach einer Erklärung für die Farbstoffspeicherung in Kolloiden suchte, da meinte man ein Analogon gefunden zu haben in der Verdichtung von Gasen an den Oberflächen fein zerteilter Massen, wie Platinschwamm. Man folgerte daraus, daß auch die Farbspeicherung ein Oberflächenvorgang sei, und gewöhnte sich, überhaupt die Eigenschaften der Kolloide als Wirkungen der (Mizellar-)Oberflächen anzusehen. Dabei übersah man das Eine: mit zunehmender Zerteilung nimmt zwar die Summe der Oberflächen zu, — der kolloide Zustand geht aber immer mehr in den kristalloiden über — ein unauflösbarer Widerspruch! Die ganze Oberflächentheorie der Kolloide ist stark revisions- bzw. reparaturbedürftig.

Das Anfärben kolloider Stoffe muß nun aber nicht auf Oberflächenwirkung beruhen. Es erklärt sich, wie die Quellung, sehr gut auch aus dem Prinzip der Lösung. Das hat seinerzeit sehr klar O. N. WITT (in Färber-Ztg. 1, 1890/91; ref. Chem. Centralbl. 1891, II., 1039) auseinandergesetzt; nur hat er sich wohl später nicht mehr für die Sache interessiert und das Feld ganz der „Adsorptions“-Hypothese überlassen. Zunächst mal gibt es Färbungen, die ganz selbstverständlich auf Lösung beruhen müssen: die Färbung von Öltröpfchen mit Sudan III oder anderen Fettfarbstoffen; hier kann es sich nicht um ein Anlagern an Mizellaroberflächen handeln, auch nicht um ein Einwandern in Mizellarinterstitien. Es ist eben eine Lösung des Farbstoffes in dem Fett, das die Eigenschaft hat, gerade diesen und nicht jeden beliebigen anderen Farbstoff aufzunehmen. Alle spezifischen Farbstoffe für

Fette, Harze, Kutikula, Suberin usw. sind alkohol-, wenig bis gar nicht wasserlöslich.

Es mögen wohl auch chemische Bindungen mehrerlei Art zwischen Kolloid und Farbstoff vorkommen, aber eine Löslichkeit dieses in jenem muß vorhanden sein, damit der Farbstoff, wie es wirklich geschieht, sich in jedem Falle gleichmäßig in dem kolloiden Körper verteile. Tatsächlich soll aber der (angebliche) Unterschied noch gefunden werden zwischen der Färbung eines Öltröpfchens mit Sudan und der eines Stärkekornes oder Eiweißkügelchens mit Fuchsin oder Gentiana.

Freilich gibt es Fälle, die sich besser durch die Mizellarhypothese zu erklären scheinen: das Nichteindringen von Farbstoffen in gewisse kolloide Körper. Hier ist es eben sehr einfach zu sagen: die Molekeln dieser (selbst kolloiden) Farbstoffe sind zu groß, um in die Mizellarinterstitien hinein zu können. Schön gesagt — ob's aber auch wahr ist? Da habe ich mit Kartoffelstärke und Kongorot eine seltsame Erfahrung gemacht: Bringt man von jener in eine gesättigte wässrige Kongorotlösung, so färbt sich die Stärke nicht, auch bis zum andern Tage nicht. Aber: läßt man das Glas stehen, und sieht nach 4, 6, 8 Wochen wieder nach, dann hat sich ein Teil der Körner bequemt, von dem Farbstoff etwas aufzunehmen. Also es geht doch, wenn auch langsam! Und nun: bekanntlich kann ein Kamel nicht durch ein Nadelöhr gehen, aber, wenn es heut nicht durchkommt, kommt es auch bis übers Jahr nicht durch. Mit den Kongorotmolekeln und den „Mizellarinterstitien“ des Stärkekornes muß die Sache doch wohl anders liegen: es findet eben eine Lösung, wengleich eine sehr langsam fortschreitende Lösung statt. Nun dringt aber Kongorot in Zellwände, selbst in stark verdickte und verholzte, viel rascher ein; sollen hier die „Interstitien“ so viel größer sein als die im Stärkekorn? Ferner: wasserlösliches Nigrosin, das nach meinen Beobachtungen in Kartoffelstärke vollkommen unlöslich ist, dringt in die Zellmembran von Schimmelfäden (*Penicillium*) ein, während ebensolche in Kongorot tagelang ungefärbt blieben.

Beide Farbstoffe, Kongorot wie Nigrosin, eignen sich vortrefflich zur Negativfärbung von Bakterien¹⁾; sie dringen selbst in Zoogloeenschleim nicht ein, obwohl dieser doch nur wenige Prozent Trockenmasse enthält und selbst kolloid ist, also ganz beträchtlich weite „Interstitien“ haben müßte.

1) S. Ztschr. f. Wiss. Mikrosk., 27, 1910, 475.

(16) HUGO FISCHER: Von Eigenschaften pflanzlicher Quellstoffe

Die bekannten Arbeiten von RUHLAND¹⁾ enthalten viel Interessantes, aber den Beweis für das Vorhandensein von Mizellarinterstitien enthalten sie nicht! Ein kolloider Farbstoff mit seinen abnorm großen Molekeln muß naturgemäß schon in reinem Wasser eine sehr geringe Diffusionsgeschwindigkeit besitzen, zumal auch die treibende Kraft, der osmotische Druck, stark vermindert ist. In einem zähen Medium, wie in erstarrter Gelatine, oder in einem sonstigen Gel, muß die Fortbewegung noch weiter verzögert sein — was Wunders, wenn gerade bei den größten Molekeln eine Diffusionsgeschwindigkeit von 0,0 herauskommt? Diese ist ja doch geradezu von der Molekulargröße abhängig.

Damit kommen wir zur Frage der Diffusion durch kolloide Häute, insbesondere der Plasmahaut. Letztere Frage beschäftigt natürlich die Physiologen ganz besonders, obwohl wir allen Grund haben anzunehmen, daß der Stoffaustausch im Gewebe, von Zelle zu Zelle, unter Umgehung dieses Häutchens durch die „Plasma-
brücken“ stattfindet. — Nehmen wir das Verhalten einer lebenden Zelle gegen eine verdünnte und eine stärkere Lösung von Kalisalpeter: Als lebensnotwendiges Nährsalz wird dieser aus der verdünnten Lösung aufgenommen, gegen die konzentriertere schließt sich die Zelle ab: Erscheinung der Plasmolyse. Von zu engen Mizellarinterstitien kann nicht die Rede sein, denn durch dieselbe Plasmahaut dringen Farbstoffe (Methylenblau z. B.) ungehemmt hindurch, deren Molekeln beträchtlich größer sind als KNO_3 .

Recht interessiert hat mich die Aufnahme, die seinerzeit die „Lipoidtheorie“ von OVERTON gefunden hat: sie stieß auf Einwände, wurde aber von den Botanikern ganz unbefangen erörtert. Kaum bemerkt hat man dabei das: OVERTON den kleinen Finger reichen hieß die Mizellarhypothese zum alten Eisen werfen! Denn die Lipoidtheorie setzt als ganz selbstverständlich voraus, daß „durch eine Membran diffundieren“ soviel heißt als „in deren Substanz löslich sein“. Da ist für Mizellarinterstitien kein Platz mehr! Ob die Theorie im einzelnen richtig sei, bleibe hier unerörtert; der Grundgedanke, daß es auf Lösung hinauskomme, leuchtet jedenfalls ein.

1) RUHLAND, Jb. f. Wiss. Bot., 46, 1908, 1 ff. — 51, 1912, 376 ff. — Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., 31, 1913, 304 ff.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Fischer Hugo

Artikel/Article: [Von Eigenschaften pflanzlicher Quellstoffe. 1011-1016](#)