

# Ueber Bildung colloidaler Hohlkörper aus Heptylaminseifen und Wasser. I.

Von  
**F. Krafft.**

(Der Redaction zugegangen am 15. Dezember 1901.)

Die eigenthümlichen Quellungserscheinungen, welche man bei Seifen in Folge von deren colloidalem Charakter unter geeigneten Bedingungen beobachten kann, sind in der chemischen Fachlitteratur noch nie näher behandelt worden, und doch sowohl an und für sich, zur Erklärung der Wirkungen der Seife, wie für den Chemiker, der fast täglich mit colloidalen Ausscheidungen oder Niederschlägen, mit Emulsionen oder Schäumen zu thun hat, von unmittelbarstem Interesse. Ich möchte mir deshalb erlauben, der Mittheilung einiger neuer, bemerkenswerther Fälle, welche dieses Gebiet der organischen Synthese überweisen, jene älteren Beobachtungen kurz vorzuschicken: man wird dann verstehen, warum es statthaft ist, die Seifenlösungen als «colloidale» zu bezeichnen und die Seifenschäume in einen, sonst vielleicht schwer fassbaren Zusammenhang mit dem Problem der Bildung organisirter Körper zu bringen.

Eine quellungsfähige Materie auffallendster Art beobachtete Virchow<sup>1)</sup> bereits 1854 in den thierischen Geweben (Gehirnmark, Rückenmark, Nervenfasern u. s. w.) und schlug vor, diese Substanz «Markstoff» oder «Myelin» zu nennen, um ihr Vorkommen als homogener isolirbarer Stoff anzudeuten, im Sinne von Bezeichnungen wie Albumin, Fibrin, Syntonin. Diese

<sup>1)</sup> Archiv f. pathol. Anat. u. Physiol., Bd. VI, S. 562—572. (1854.)

Substanz ist in Aether, Chloroform, Terpentinöl und in heissem Alkohol leicht löslich und scheidet sich beim Erkalten zum Theil aus, während ein anderer Theil noch gelöst bleibt. In Wasser quillt sie in einem ungewöhnlichen Maasse auf, in etwas ähnlicher Weise, wie Stärkemehl in heissem Wasser. Gerade in diesem aufgequollenen Zustande zeigt sie ihre charakteristischen morphologischen Eigenschaften. Virchow beschreibt diese letzteren in eingehender Weise: sie bestehen namentlich in der Bildung langer, scharf doppelt contourirter und im Innern mit einem hellen Axialraume versehener, cylindrischer Fäden (der Breite und Gestalt nach einer Nervenprimitivfaser ähnlich), oder kugelförmiger, wiederum doppelt contourirter Tropfen oder mannigfaltigster Combinationen jener beiden Grenzformen.

Er hält die Substanz für identisch mit dem Nervenmark (l. c. S. 568) und macht auf eine Mittheilung von Drummond<sup>1)</sup> aufmerksam, wonach man durch Extraction von Gehirn oder Nerven mit Alkohol und Verjagen des Lösungsmittels eine fettige Substanz erhalte, die genau in der von ihm selbst beschriebenen Weise die Form doppelt contourirter Ringe und Schlingen annimmt.

Während Virchow eine genauere mikroskopische Beschreibung der sogenannten «Myelinformen» lieferte, machte Mettenheimer eine weitere interessante Wahrnehmung an denselben, indem er ihre Fähigkeit auffand, in dem zwischen zwei Nicol'schen Prismen verdunkelten Gesichtsfeld ein sehr deutliches Farbenkreuz zu bilden. «Das Myelin», sagt er, «ist ein sehr stark das Licht polarisirender Körper, und jedem kleinsten, nicht mehr messbaren Tröpfchen kommt diese Eigenschaft zu». Daher lassen sich selbst sehr geringfügige Mengen dieses Stoffs mit Hülfe des Polarisationsapparats leicht nachweisen.

Bald darauf wurde noch ein anderer bekannter und ganz bestimmter chemischer Stoff, nämlich das Cholesterin, von

1) Monthly Journ. 1852. Jan. p. 573.

2) Correspondenzbl. d. Ver. f. gemeins. Arb. z. Förd. d. wiss. Heilkunde. Nr. 31. S. 467. (1858.)

Beneke<sup>1)</sup> als Träger aller dieser Eigenschaften namhaft gemacht. «Ohne Cholesterin keine Myelinformen» lautet der etwas einseitige Schluss, zu welchem der Genannte durch seine im Uebrigen nicht ergebnisslosen Versuche kommt. — Diese Auffassung wurde wesentlich erweitert, als Neubauer<sup>2)</sup> entdeckte, dass man die merkwürdige Erscheinung der Myelinquellung sehr leicht und sicher auch mit Oelsäure und Ammoniak, also mit einer Seife erhält. «Bringt man auf das Objectgläschen ein kleines Tröpfchen reine oder schon gelb gewordene Oelsäure, bedeckt diese mit einem nicht zu kleinen Deckgläschen und lässt darauf von der Seite Ammon zutreten, so zeigen sich sofort die wunderbarsten Formen, deren allmähliche Entwicklung unter dem Mikroskope zu den interessantesten Erscheinungen gehört und lange Zeit den Beobachter fesseln kann. Ich habe mir die Oelsäure zu diesem Zweck rein dargestellt . . . allein auch käufliche gibt dasselbe schöne Resultat. Wendet man statt Oelsäure ein an Oelsäure reiches Neutralfett, Olivenöl, Mandelöl etc. an, so entstehen, in gleicher Weise mit Ammon behandelt, dieselben Formen, allein viel langsamer, auch bleiben sie viel kleiner. Im letzten Falle bedarf man einer 300fachen Vergrößerung, während bei reiner Oelsäure eine 80fache genügt.»

Die Entdeckung Neubauer's scheint in Vergessenheit gerathen zu sein, da sie 18 Jahre später vom Famintzin nochmals gemacht wurde:<sup>3)</sup> «Es genügt, einen Tropfen käuflicher Oelsäure mit wässerigem Ammoniak zusammenzubringen, um sofort sowohl verschiedenartige cylindrische Auswüchse, als auch gesonderte Kugeln aus dem Oelsäuretropfen hervortreten zu lassen. An beiden Arten von Gebilden, welche anfänglich gewöhnlich ungeschichtet erscheinen, kann man Schritt für Schritt Schichtenbildung durch allmähliche Zerklüftung in concentrische Lamellen verfolgen. Diese Schichten sehen denen der Zellenmembran und der Stärkekörner vollkommen ähnlich:

1) Studien üb. d. Vorkommen, d. Verbreitung u. d. Function von Gallenbestandtheilen. Giessen 1862.

2) Archiv f. pathol. Anat. u. Physiol., Bd. XXXVI, S. 303. (1866.)

3) Bull. de l'Acad. imp. de St.-Petersb., Bd. XXIX, p. 414. (1884.)

sie können, je nach Umständen, lange Zeit unverändert bleiben, oder aber theilweise manchmal sogar vollkommen wieder in eine homogene Masse zusammenfliessen.

Einstweilen wurde das so interessante Phänomen der Bildung colloidalen wässriger Hohl- oder Quellungskörper nicht unter chemischen und physikalischen Gesichtspunkten in seiner reinen Form eingehender studirt; vielmehr wurde eine unnöthige Complication damit verbunden, indem man die Erscheinung mit der Bildung von Emulsionen, an die obige Beobachtung Neubauer's anknüpfend, in Zusammenhang brachte. Brücke<sup>1)</sup> hatte gezeigt, dass Oel durch verdünnte Eiweisslösung, durch frische schleimhaltige Ochsen-galle, namentlich aber durch verdünnte Borax- oder Sodalösung leichter und vollkommener emulgirt wird, wenn es mit fetten Säuren verunreinigt, als wenn es von diesen Verunreinigungen befreit ist; Gad<sup>2)</sup> machte sodann die Wahrnehmung, dass diese Emulsionsbildung unabhängig von äusseren Erschütterungen erfolgt.

Nach den Beobachtungen des letzteren verbreitet sich um einen in Sodalösung eingebrachten Oeltropfen, der freie Oelsäure enthält, eine weissliche Trübung, welche dichter und dichter wird, bis der an Volumen stark verringerte Tropfen in einer milchweissen Flüssigkeit schwimmt. Betrachtet man den Vorgang bei schwacher Vergrösserung, so sieht man, wie in der Umgebung des Fetttropfens die lebhafteste Bewegung herrscht und dass die die Trübung bedingenden Partikelchen Fetttröpfchen von minimaler Grösse sind. Die milchweisse Flüssigkeit ist eine äusserst feine Emulsion: die Vertheilung kleiner Fetttröpfchen in einer Oelseifenlösung. Gad sieht die Erklärung für das Zustandekommen von Emulsionen ohne äussere Erschütterungen im Zusammenwirken von Diffusionsvorgängen, namentlich der fetten Säure ins umgebende Alkali und umgekehrt.

Es ist leicht zu verstehen, dass Emulsionen, in denen feine, aber doch völlig homogene Tröpfchen isolirt sind, und

1) Wiener Sitzungsber. 1870. B. 61, II. Abth., S. 362.

2) Archiv f. Physiol. v. DuBois-Reymond, 1878, S. 181.

Myelinformen, deren gequollene Substanz von Wasser durchsetzt wird, also ein inhomogenes Gebilde ist, sich unter gewissen Gesichtspunkten scharf unterscheiden: dieser Unterschied wurde jedoch verwischt durch Betrachtungen Brücke's «über den Zusammenhang zwischen der freiwilligen Emulgirung der Oele und dem Entstehen sogenannter Myelinformen». Der Genannte macht darauf aufmerksam, dass «man Alles so findet, wie Gad beobachtet, wenn man sich innerhalb der Bedingungen hält, die letzterer als günstig für die Emulsionsbildung bezeichnet; wenn man aber den Zusatz von Oelsäure zu dem Olivenöl, mit dem man arbeitet, und auch die Menge des kohlen-sauren Natrons nach und nach steigert, treten die Myelinformen immer charakteristischer hervor». Er sagt dann weiter: «Wenn die Seife an der Berührungsfläche sofort in grösserer Masse gebildet wird, so erwächst hierdurch eine Erschwerung für die in Action gesetzten Kräfte. Die Folge davon ist, dass sie das Ziel ihrer Arbeit, die chemische Vereinigung von Oelsäure und Alkali, nicht auf dem kürzesten Wege der raschen Oberflächenvermehrung erreichen, sondern je nach der Dicke und Festigkeit der gebildeten Seifenhüllen bald gröbere, bald feinere Kolben austreiben, die aber noch mit dem Muttertropfen in Zusammenhang bleiben, während sich die weitere Seifenbildung theils an der Oberfläche neu hervortretender Kolben, theils dadurch vollzieht, dass Oelsäure und Alkali an bereits gebildeten Seifentheilen fortwandern und so die Seifenhüllen mehr und mehr verdicken».

«Eine Zwischenstufe zwischen der Bildung der gewöhnlichen Myelinformen und der freiwilligen Emulgirung in ihrer vollkommensten Gestalt besteht darin, dass aus dem Muttertropfen dünne, fadenförmige Kolben rakettenartig hervorschiessen und dann von ihrem Ende einige Oelkugeln fortschleudern, ohne sich jedoch in ihrer Totalität vom Muttertropfen zu trennen oder in kleine Tröpfchen zu zerfallen.»

In diesem Falle wäre die Bildung von Myelinformen eine auf halbem Wege stehende Emulsionsbildung, und so hat auch

1) Wiener Sitzungsberichte, Bd. 79, III. Abth., S. 267. (1879.)

die Mehrzahl der Beobachter die Erscheinung seither aufgefasst. Diese Auffassung ist aber nicht ganz zutreffend.

Das Wesen zunächst der Emulsion ergibt sich aus der Definition derselben, wie sie u. A. von Quincke in einer Abhandlung «über Emulsionsbildung»<sup>1)</sup> gegeben wurde: «Eine Emulsion besteht aus einer grossen Anzahl kleiner kugelförmiger Fetttropfchen, welche in einer wässerigen Flüssigkeit vertheilt sind.»

Die Beständigkeit der Emulsion wird nicht nur durch die Kleinheit und das specifische Gewicht der Oeltröpfchen beeinflusst, sondern auch durch die mehr oder weniger deutlich ausgesprochen colloidale Natur der wässerigen Lösung. Der Einfluss dieser letzteren bei Emulsionsbildungen wird leicht verständlich durch meine Annahme,<sup>2)</sup> dass «colloidal verflüssigte Moleküle in sehr kleinen geschlossenen, Krystalloide dagegen in relativ sehr grossen Bahnen oder Oberflächen rotiren», wobei anzunehmen ist, dass sie sich durch die Rotation umeinander gegenseitig mehr oder weniger energisch im System fixiren. Hiernach ist eine colloidale Lösung vergleichbar mit einem netzartigen oder schwammigen Gewebe, dessen Maschen oder Hohlräume von Wassermolekülen erfüllt sind: sie bildet daher bei der Emulgirung eines Oels um jedes feine Oeltröpfchen ein Netz, wodurch dasselbe vom Aufsteigen in der meist specifisch schwereren Flüssigkeit und der Vereinigung mit anderen Oeltröpfchen abgehalten wird. Bei näherem Zusehen wird man in meinen früheren Mittheilungen finden, dass ich keinen wesentlichen, sondern nur einen graduellen Unterschied zwischen «krystalloiden» und «colloidalen» Lösungen mache; für Seifen und für Alkylaminsalze, wie für Farbstoffe, habe ich den allmählichen Uebergang der einen Art von Lösungen in die andere, zugleich mit wachsendem Molekulargewicht, nachgewiesen.<sup>3)</sup>

Die Erklärung der Emulsion wird von Quincke auf die

1. Pflüger's Archiv, Bd. 19, S. 129. (1879.)

2. Berl. Ber., 29, 1341; 32, 1596.

3. Für Seifen: Berl. Ber. 28, 2573 u. 29, 1337; für Aminsalze: Berl. Ber. 29, 1331 f; für Farbstoffe: Berl. Ber. 32, 1608.

Ausbreitung von Seifenwasser an der Oeloberfläche und die damit verbundene Abnahme der Oberflächenspannung zwischen Oel und Wasser zurückgeführt (l. c.). Auch nach dieser Richtung lässt sich, anknüpfend an den genannten Forscher, der die Flüssigkeiten als Continua behandelt, der Schritt zu einer molekularmechanischen Betrachtung der Emulsionen thun. Flüssigkeiten, die sich mit Wasser in jedem Verhältniss mischen, wie Alkohol oder Salzlösungen, bilden in Wasser keine isolirten Tropfen und haben an der Grenzfläche mit Wasser die Oberflächenspannung 0. An der Grenze von Wasser und Olivenöl findet man die Oberflächenspannung 2,3 mg; an der Grenze von Seifenwasser und Olivenöl 0,36 mg: da Wasser und Seifenwasser die Oberflächenspannung 0 an ihrer Grenze haben, sinkt diejenige zwischen Olivenöl und Wasser auf 0,36 mg, wenn sich Seifenwasser an der Oberfläche des Oels ausbreitet. Auf diese Weise nähert sich das fein zertheilte Oel der Mischbarkeit mit Wasser, und darauf beruht die praktisch so wichtige Wirkungsweise der Seife, als Emulgirungsmittel, auf die zuerst Chevreul hinwies.<sup>1)</sup>

Die Frage lässt sich aber noch eingehender beantworten, wenn man von der durch mich nachgewiesenen Thatsache ausgeht, dass Seifen vom Wasser gelöst werden unter Spaltung in Fettsäure und Alkali, innerhalb gewisser Grenzen ohne Lösung des Zusammenhangs zwischen diesen Componenten. Man hat dann zwischen den emulgirten Fetttröpfchen und dem Wasser das molekulare System (Fettsäure + Alkali + Wasser), in welchem die Fettsäure mit dem eingeschlossenen Oeltröpfchen mehr oder weniger mischbar ist, und ebenso andererseits das Alkali mit dem umgebenden Wasser. - Die Seifenschicht steht also für einen ihrer Bestandtheile zum Oel, für den anderen zum Wasser im Verhältniss mit einander mischbarer und in einander diffundirbarer Körper und wird dadurch befähigt, den Gegensatz zwischen Oel und Wasser zu verringern oder aufzuheben. Nimmt man dieses als richtig an, so kann wohl auch kaum bezweifelt werden, dass bei der Emulsionsbildung

<sup>1)</sup> Recherches chimiques sur les corps gras (1823), p. 376.

aus einem freie Fettsäure enthaltenden Oel die Fettsäure zum Alkali diffundiren kann, und umgekehrt. Einen solchen Diffusionsprocess kann man in reinerer Form verfolgen, wenn man z. B. freie Oelsäure mit Sodalösung, oder mit Natronlauge, oder mit Ammoniak direkt zusammenbringt: hier treten unter geeigneten Bedingungen die oben geschilderten Fälle von Myelinbildung ein, schon mit schwachen Vergrößerungen deutlich verfolgbar, und diese sind, wie in Nachfolgendem gezeigt werden wird, zweifellos auf Diffusion beruhende Quellungsprocesse. Reines Natriumoleat, ohne Ueberschuss von Alkali, ist wenig geeignet zur Erzeugung von Emulsionen oder von Myelinformen.

Wenn man ein Oel, beispielsweise das specifisch leichte Paraffinöl, mit einer 5%igen wasserhellen Lösung von reinem Natriumoleat schüttelt, tritt keine nennenswerthe Emulsionsbildung ein, das Paraffinöl vereinigt sich vielmehr rasch wieder zur ursprünglich aufschwimmenden Schicht; Emulsionsbildung erfolgt aber sofort in vollkommener Weise, wenn man ein wenig Sodalösung, oder Natronlauge, oder Kochsalzlösung, oder Ammoniak zufügt; die Seife muss also aus ihrer verdünnten Lösung «ausgesalzen» werden, um das Oel zu emulgiren, um dasselbe mit den oben bezüglich ihrer Bestandtheile betrachteten netzartigen Membranen zu umgeben.

Die Nothwendigkeit dieser Aussalzung des Natriumoleats für eine Emulsionsbildung ergibt sich auch daraus, dass, wie man leicht beobachten kann, reines Natriumoleat zwar mit Wasser von Zimmertemperatur anfänglich gelatinirt, dann aber sich rasch zu einer wasserhellen Lösung vertheilt. Aus solchen Lösungen kann man diejenige Fettsäure, die in Folge der Verdünnung der continuirlichen Einwirkung des Alkalis mehr oder weniger vollständig entzogen ist, durch indifferente Lösungsmittel ausschütteln, andererseits aber durch Zusatz von Sodalösung, Natronlauge und Aehnlichem Blasen oder colloidale Hohlkörper ausscheiden, welche sich vollkommen wie Myelinformen verhalten, auch gegen polarisirtes Licht.

Der Schaum einer mit Alkali oder Aehnlichem versetzten Natriumoleatlösung hält sich Tage und Wochen lang, während

derjenige einer reinen, namentlich auch palmitatfreien Natriumoleatlösung schon nach kurzer Zeit wieder zusammenfließt; der Grund hierfür ist im Vorstehenden gegeben.

Im Jahre 1900 hat F. G. Donnan<sup>1)</sup> in den Laboratorien der Herren van't Hoff und Ramsay einige Versuche über die Natur der Seifenemulsionen ausgeführt, indem er sich an Gad, Brücke und Andere anlehnt; er kommt dabei zu Resultaten, die, wie er sagt, eine bemerkenswerthe Analogie mit den von mir bei Untersuchung der Seifen, namentlich bei Siederversuchen erhaltenen zeigen. Ein Ergebniss seiner, wie schon meiner Versuche ist: die Natronsalze der Fettsäuren zeigen zunehmende Fähigkeit zur Membranbildung, also des colloidalen Charakters, beim Aufsteigen in der homologen Reihe. Bei der Erklärung der einschlägigen Erscheinungen weichen wir aber darin von einander ab, dass Donnan, der sich übrigens nur mit Emulsionen, nicht mit colloidalen Lösungen beschäftigt, in üblicher Weise die Flüssigkeiten als Continua behandelt und mit der Oberflächenspannung argumentirt, während ich die einzelnen Moleküle betrachte, dabei zwischen krystalloiden und colloidalen Flüssigkeiten oder Lösungen keinen wesentlichen, sondern nur einen graduellen Unterschied erblickend. In diesem Sinne soll auch die Bezeichnung der Seifenlösungen unter bestimmten Bedingungen, als „colloidal“, für dieselben nur nach allgemein verständlichem Sprachgebrauch das starke Hervortreten gewisser Eigenthümlichkeiten, worunter auch die fortwährenden Beziehungen der bereits gelösten Moleküle zu einander, hervorheben. Donnan, mit den so merkwürdigen älteren Beobachtungen über Myelin- und Membranbildungen durch die Seifenlösungen offenbar völlig unbekannt, widerspricht meiner Charakterisirung der letzteren und beruft sich dabei auf den von mir<sup>2)</sup> doch hinreichend widerlegten Einwand von Kahlenberg und Schreiner, wonach die mangelnde Siedepunktserhöhung concentrirter Seifenlösungen auf deren starkes Schäumen zurückzuführen sei; dem gegenüber stelle ich noch-

<sup>1)</sup> Zeitschrift f. physikal. Chem., Bd. 31, S. 42.

<sup>2)</sup> Berl. Ber., Bd. 32, S. 1585.

mals<sup>1)</sup> ausdrücklich fest, dass z. B. concentrirte wässrige Lösungen von reinem Natriumoleat oder reinem Kaliumoleat ohne jedes auffallende Schäumen, fast so wie gewöhnliches Wasser, sieden und ihre vom Dampf aufgetriebenen dünnflüssigen Blasen in einem Siederohr kaum 1—2 cm. hoch steigen, um momentan wieder zu platzen; ein Geringes stärker, aber in reinem Zustande auch nur ganz mässig, schäumen die höher molekularen reinen Erukate von Natron oder Kali in wässriger Lösung. Donnan will nun nachweisen, wie das Schäumen eine spezifische Eigenthümlichkeit gewisser Lösungen oder verunreinigter Flüssigkeiten sei, und beruft sich hierbei auf Lord Rayleigh,<sup>2)</sup> der «zu dem Schlusse komme, dass reine Flüssigkeiten nicht schäumen, nur wenn sie gewisse Verunreinigungen enthalten, komme das Phänomen zum Vorschein». Der angerufene Forscher ist aber bezüglich der analogen Beschaffenheit aller Flüssigkeiten und Lösungen ganz meiner Ansicht, denn, wenn auch gewisse Flüssigkeiten oder Lösungen, beispielsweise die oben besprochenen Alkaliolate-lösungen nach Zusatz von Alkali oder von Soda oder Kochsalz besonders stark schäumen, thun andere dieses in nur geringem Maasse, keine aber gar nicht. In diesem Sinne sagt Rayleigh: «Now let us consider for a moment what is the meaning of foaming. A liquid foams when its films have a certain durability. Even in the case of pure water, alcohol, and ether, these films exist» (l. c. p. 86).

Diese auch von mir getheilte Auffassung ermöglicht es nun, gewisse Seifen durch richtige Aenderung ihrer Componenten als höchst colloidale, also stark schäumende und membranbildende Präparate zu gewinnen. Nach meiner Auffassung nimmt der colloidale Charakter der Natronseifen wesentlich in Folge Wachsens des Säuremoleküls zu. Das Natriumacetat hat in wässriger Lösung noch ganz die Eigenschaften eines Krystalloids, das Natriumstearat steht dagegen den Colloiden nahe. Dasselbe ist der Fall für Chlorammonium,

1) Vergl. Berl. Ber., Bd. 32, S. 1590, 1593 u. s. f.

2) Proc. Roy. Inst., Bd. 13, S. 85 (1890—1892).

Methylaminchlorhydrat und Hexadecylaminchlorhydrat; nur das letztere, dessen Base eine derjenigen der Fettsäuren ähnliche Molekulargrösse hat, verhält sich in wässriger Lösung den wahren Colloiden oder Membranbildnern gleich, die ersteren zeigen das Verhalten von Krystalloiden. Hier rührt der schrittweise Uebergang von Krystalloiden zu colloidalen Substanzen, also augenscheinlich vom Wachsen der basischen Componente her. Ist meine Erklärung der colloidalen Lösungen<sup>1)</sup> die richtige, dann muss man zu hervorragend membranbildenden Präparaten kommen, wenn man in dem gleichfalls colloidalen, aber in passend erwärmtem Wasser leicht löslichen Methylaminpalmitat die Base durch ein höheres Homologon ersetzt, das indessen noch kein ganz unlösliches Präparat mit den höheren Fettsäuren geben darf. Die Auswahl zwischen leicht zugänglichen Aminen ist nicht gross: aus dem nach meinem Verfahren bequem darstellbaren Oenanthol gewinnt man nach verschiedenen Methoden das käuflich zugängliche Heptylamin. Der Versuch mit demselben entsprach vollkommen der Erwartung: die Heptylaminseifen der Fettsäuren, namentlich aber der Oelsäuren, sind eminent quellungsfähige Substanzen und bilden bei Berührung mit Wasser *Myelinformen* in ausgezeichneter Weise, zu weiteren Versuchen durch ihre Stabilität wohl geeignet. Zwischen zwei Nicols geben auch diese Quellungskörper Farbenkreuze von grösster Schärfe und Regelmässigkeit.

Für die vollständige Erklärung der *Myelinformen* wird diese letztere sehr auffallende Thatsache nie ausser Acht gelassen werden dürfen. Geht man von meiner Theorie colloidalen Lösungen aus und nimmt demgemäss auch bei der Entstehung organisirter Gebilde, wie es die *Myelinformen* sind, an, dass das Wasser beim Quellungsprocess sich zwischen die Fettsäure- und Heptylaminmoleküle schiebt, ohne ihren Zusammenhang aufzuheben, so wird man weiter noch annehmen müssen, dass eine polare Orientirung der abwechselnd stark positiven und negativen Spaltungstücke durch den ganzen gequollenen Hohlkörper hindurch stattfindet. Man hat also, soweit sich bis jetzt

1) Berl. Ber., Bd. 29, S. 1334.

sehen lässt, eine Art von Krystallbildung, etwa ähnlich krystallwasserreichen Salzen, jedoch im flüssigen Zustande, also mit Isolirung der einzelnen Moleküle, aber nicht unter Eintreten von vollkommenen Rotationsbewegungen. Vielmehr findet durch polare Orientirung eine partielle Einschränkung der fortschreitenden Bewegung und Achsendrehung für die einzelnen Moleküle statt. Dieser Umstand verhindert die Diffusion in das umgebende Lösungsmittel und lässt den colloidalen Hohlkörper als Individuum oder organisirtes Gebilde fortbestehen. Wenn sich das im Wesentlichen so verhält, dann kann man die sonst unverständlichen cylindrischen Bildungen der Myelinformen als eine einfache Folge solcher polaren Orientirung (die auch den Anlass zu Schichten- und Lamellenbildungen geben kann) betrachten, während die daneben auftretende, oder damit combinirte Kugelform der Ausdruck des namentlich bei stärkerem Erhitzen in den Vordergrund tretenden flüssigen Zustandes ist.