

war durch die konstatierte Beziehung zwischen der Stärke der Säuren und ihren x -Werten in bezug auf Wolle der Beweis erbracht, daß Adsorptionen überhaupt durch chemische Affinitäten bedingt werden. Dieser Schluß hat soweit allgemeine Gültigkeit, insoweit nicht etwa gefunden werden sollte, daß die Sorption von Säuren durch Wolle kein Sorptions- (bzw. Adsorptions-)vorgang ist⁵⁾.

Lundelius sagt weiteres auf S. 150: „Untersuchungen über die Abhängigkeit der Adsorption von der Natur des festen Stoffes haben gezeigt, daß sie nur gering ist. Stoffe wie: Kohle, Wolle, Seide, Baumwolle zeigen wohl eine absolut gerechnet sehr verschiedene Adsorption, während die relative Menge immer gleich ist!“

Die Unrichtigkeit dieser Regel ist Färbereichemikern schon lange bekannt. Sie gilt aber auch nicht für die Aufnahme von farblosen Säuren durch Wolle und Kohle, worauf ich schon in meiner ersten Abhandlung der „Studien über Adsorption in Lösungen“⁶⁾ in Gemeinschaft mit A. Pollak hingewiesen hatte.

Auf S. 149 spricht ferner Lundelius die Vermutung aus, daß die adsorbierten Mengen eines Stoffes von der Temperatur nur wenig abhängig sein dürften!

⁵⁾ Siehe diesbezüglich auch Koll.-Zeitschr. 14, 72/73 (1914).

⁶⁾ loc. cit. 1911, 478/79.

Auch diese Annahme ist insofern nicht ganz richtig, weil sie in manchen Fällen nicht zutrifft. Es zeigt sich dies namentlich in dem Verhalten von Farbstoffen gegen Wolle und Seide⁷⁾, wobei die Regel gilt, daß bei niedriger Temperatur die Affinität für Seide größer als für Wolle ist, während bei höherer Temperatur der Farbstoff hauptsächlich von der Wollfaser aufgenommen wird. Aber auch bei Kohle zeigt sich in ihrer mannigfaltigen Anwendung zum Entfärben von Lösungen eine deutliche Abhängigkeit der Sorption von der Temperatur.

Endlich sei noch konstatiert, daß Sorption und Löslichkeit sicher nicht immer „im umgekehrten Verhältnis zueinander stehen“ (Lundelius S. 147). Denn meine Färberversuche mit den Azofarbstoffen aus β -Naphthol und den α Naphthylaminsulfosäuren⁸⁾ hatten ergeben, daß die aus 1,4 und 1,5 Naphthylaminsulfosäuren erzeugten Farbstoffe, welche sowohl im Wasser wie auch in verdünnter Essigsäure leichter löslich als ihre Isomeren sind, von Wolle (aus essigsaurem Bad) in viel größeren Mengen als diese aufgenommen werden.

Prag (Böhmen).

Deutsche technische Hochschule.

⁷⁾ loc. cit. 1911, 479.

⁸⁾ G. Georgievics u. L. Springer, Monatsh. f. Chem. 1900, 626.

Kolloidchemische Studien über die Keimwirkung.

Vorläufige Mitteilung.

Von P. Sekera (Wien).

(Eingegangen am 1. Februar 1921.)

Die Auslösung übersättigter Lösungen, unterkühlter Schmelzen und dergleichen durch Keimwirkung wurde vielfach in den Rahmen katalytischer Betrachtungen einbezogen. Erst in letzter Zeit, da man einen, wenn auch vorderhand nur oberflächlichen Einblick in den Mechanismus der heterogenen Katalyse gewinnen konnte, zeigten sich in vieler Hinsicht Verschiedenheiten zwischen den beiden Klassen von Erscheinungen, so daß schließlich das Problem der Keimwirkung als „terra incognita“ vom Gesichtsfeld der katalytischen Forschung abgetrennt wurde. Die Frage, ob es sich hier um katalytische Erscheinungen handelt oder nicht, muß wohl so lange offen bleiben, so lange der Mechanismus der Keimwirkung unaufgeklärt ist.

Es schien nun ein aussichtsreiches Beginnen dem Problem der Keimwirkung vom Standpunkt der Kolloidchemie näher zu treten, um so mehr, als sich damit gleichzeitig die Gelegenheit ergab, in die Natur des Grenzgebietes kolloider und molekularer Dimensionen tiefer einzudringen¹⁾.

I. Uebersättigte Lösungen. Zu wiederholten Malen²⁾ wurde der Zustand der Ueber-

¹⁾ Die folgenden Darlegungen sind das Teilergebn einer noch im Gange befindlichen Arbeit über „Die Morphologie der Niederschlagsformen“. Die experimentellen Daten werden im Rahmen dieser Arbeit veröffentlicht werden; hier beschränke ich mich darauf, meine Anschauungen über die Keimwirkung zur Diskussion zu stellen.

²⁾ Siehe insbesondere die zahlreichen Arbeiten P. P. v. Weimarn's in dieser Zeitschrift.

sättigung einer Lösung als der Uebergang vom molekular- zum kolloiddispersen System gekennzeichnet. Schon in konzentrierten Lösungen beginnen die Lösungsmoleküle zu Komplexen zusammenzutreten, die an Größe um so mehr zunehmen, je höher die Lösungskonzentrationen sind. Nach den Anschauungen, zu denen uns die Laue'schen Photographieen geführt haben, dürften auch schon diese embryonalen Formen einer stofflichen Aggregation an gewisse Gesetzmäßigkeiten gebunden sein. Das Raumgitter, das im festen Körper zu vollkommener Starrheit entwickelt ist, wird man sich auch bei den Molekülkomplexen einer konzentrierten Lösung vorstellen können, nur mit dem Unterschied, daß die Orientierung noch nicht vollkommen ist, und auch die Starrheit noch nicht jenen Grad erreicht hat, wie sie sich im Raumgitter des festen Teilchens erkennen läßt. Der Austausch der Lösungsmoleküle an der enorm entwickelten spezifischen Oberfläche dieser Molekülkomplexe, sowie das auf dieselbe Oberfläche einwirkende Bombardement der Lösungsmoleküle lassen diese Vorstellungen berechtigt erscheinen. Je größer die Molekülkomplexe werden (d. h. je konzentrierter die Lösung ist), um so widerstandsfähiger wird ihre Oberfläche den Einwirkungen von außen, um so ungestörter und starrer wird das "Raumgitter, bis endlich, sobald kolloide Dimensionen erreicht sind, die Raumgitterstruktur experimentell erkennbar wird. An der Hand dieser Vorstellungen dürfte die Kontinuität zwischen Molekül und Kolloid am klarsten sein.

Die eben betrachtete Teilchenvergrößerung erleidet nun, wie es nach den bisher üblichen Anschauungen über die Löslichkeit der Stoffe den Anschein hatte, irgendeine unvermittelte Störung. Sobald der "Löslichkeitsgrad" des vorliegenden Stoffes erreicht ist, führt jede weitere Konzentrationserhöhung zur Bildung einer zweiten Phase, die wohl auch den Weg der Dispersitätsverminderung einschlägt, aber in ganz anderer Weise, als er bis zum Löslichkeitspunkt geführt hat. Inwieweit und warum dieser Knick in der Dispersitätsverminderung eintritt, soll später erörtert werden. Hier interessieren wir uns besonders dafür, daß es unter Wahrung besonderer Vorsichtsmaßregeln gelingt über diesen kritischen Punkt hinwegzukommen und die Verringerung des Dispersitätsgrades weiterzutreiben, ohne die Bildung einer zweiten Phase zu beobachten. Man erreicht dann den Zustand der "Uebersättigung" und lernt diesen Zustand als einen instabilen Zustand kennen. Tatsächlich genügen auch die

bescheidensten Unregelmäßigkeiten an den Gefäßwänden, Staubeilchen usw., um das Zustandekommen einer Uebersättigung zu verhindern. Besonderes Interesse aber fand das Phänomen der Auslösung einer Uebersättigung durch die Berührung mit einem festen Keim des gelösten Stoffes. Unwägbare^{*)} Mengen desselben genügen, um eine Uebersättigung aufzuheben und eine dem Löslichkeitsgrad entsprechende Trennung in gesättigte Lösung und Bodenkörper herbeizuführen. Für das Verständnis dieser Erscheinung fehlte bisher jede Grundlage, um so mehr als sich die Vorgänge einer quantitativen Untersuchung kaum zugänglich erwiesen. Der diskrete Zusammenhang zwischen Keim und dem durch ihn ausgelösten Vorgang brachte es mit sich, eine katalytische Erscheinung zu vermuten. Erst glaubte man, die Uebersättigung, da sie sich als eine verzögerte Bildung der heterogenen Phase zeigt, auf einen Widerstand zurückführen zu können, der sich den kristallbauenden Kräften entgegenstellt. Dieser an und für sich recht subjektive Erklärungsversuch versagt aber vollkommen bei den übersättigten Lösungen von Gasen, bei denen an einen derartigen Widerstand nicht gedacht werden kann.

Welchen Weg hat nun ein kolloidchemischer Erklärungsversuch zu gehen? — Zwei Fälle sind zu berücksichtigen: Die Aufhebung einer Uebersättigung durch einen künstlichen Keim und die langsame, von selbst verlaufende Entmischung, die den übersättigten Lösungen die Eigenschaft der Unbeständigkeit aufprägt. Schon eingangs wurde eine übersättigte Lösung als ein sehr hochdisperses System charakterisiert, dessen disperse Phase aus den Molekülkomplexen des gelösten Stoffes besteht. In diese Lösung wird nun ein Kristall des festen Stoffes eingetragen; es besteht neben einer äußerst hochdispersen Phase eine grobdisperse desselben Stoffes. Ein solcher Unterschied des Dispersitätsgrades bedingt naturgemäß entsprechende Unterschiede in den physikalischen Eigenschaften der beiden Phasen. Beim Studium der übersättigten Lösungen war es wohl das naheliegendste, die Dispersitätsfunktion der Löslichkeit zu berücksichtigen. Bekanntlich ist der Löslichkeitsdruck über einer wenig gekrümmten Oberfläche geringer als über einer stark gekrümmten; m. a. W. kleine Teilchen sind löslicher als große. Diese Abhängigkeit der Löslichkeit vom Dispersitätsgrad ist im Gebiete grober Dispersität kaum merkbar, wird bei fortschreitend

^{*)} Siehe Nachtrag.

abnehmender kolloider Teilchengröße immer deutlicher, um im Grenzgebiet kolloider und molekularer Dimensionen eine Hauptrolle bei allen Vorgängen, die sich in diesem Dimensionsbereich abspielen, zu übernehmen. In der beigefügten Skizze ist diese Funktion schematisch dargestellt. Die Löslichkeitskurve steigt im Bereiche grober Dispersität nur allmählich an und wird im Gebiete der kolloiden Dimensionen zunehmend steiler, um schließlich asymptotisch zu enden. Uebertragen wir nun dieses Bild auf unsere übersättigte Lösung. Das Verhältnis der Molekülkomplexe zum eingetragenen Keim sei durch die Punkte A und B der Kurve festgelegt, wobei die Ordinaten dieser Punkte die Menge von Lösungsmolekülen vorstellen, mit denen der Keim einerseits und die Molekülkomplexe andererseits im Gleichgewicht stehen.

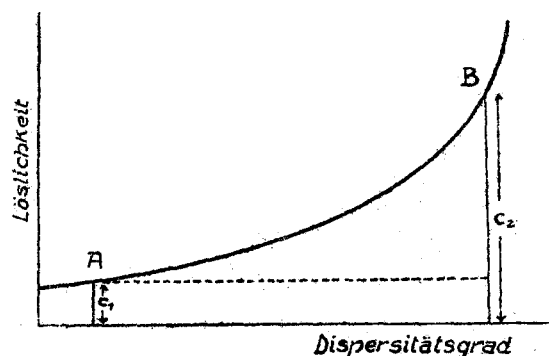


Fig. 1

Es ergibt sich nun als selbstverständlich, daß zwischen den beiden Phasen mit verschiedener Löslichkeit, da sie sich im selben Lösungsmittel befinden, ein Ausgleich erfolgen wird. So lange Teilchen vorhanden sind, die mit mehr Lösungsmolekülen im Gleichgewicht stehen als der Keim, wird letzterer dieses Plus an Molekülen in sein Raumgitter aufnehmen und damit so lange wachsen, bis die kleinen Teilchen (die Molekülkomplexe) aufgelöst sind. Die Uebersättigung ist aufgehoben, sobald von den Molekülen, die früher mit den Molekülkomplexen im Gleichgewicht gestanden hatten, nur so viele übrig sind, als der Löslichkeit des Keimes entspricht ⁴⁾.

⁴⁾ Im Prinzip ist diese Anschauung durchaus nicht neu. Der Vorgang des Wachsens größerer Teilchen auf Kosten der kleineren ist als Ostwald'scher Reifungsprozeß vielfach beschrieben worden (z. B. Lüppe-Cramer u. R. E. Liesegang, P. P. v. Weimarn usw.). Die vorliegende Arbeit gelangte bloß zu dem Befund, daß dasselbe Gesetz auch für Molekülkomplexe Geltung hat.

Vielfach ist nun eine beabsichtigte Aufhebung einer Uebersättigung durch einen künstlichen Keim gar nicht nötig. Es genügen ja die bescheidensten Konzentrationsunterschiede innerhalb des Lösungsvolumens, um einen, wenn auch sehr geringen Unterschied des Assoziationsgrades hervorzurufen. Da ist die Begrenzung des Lösungsvolumens, insbesondere der Meniskusrand und unvermeidliche Unebenheiten der Gefäßwände der Sitz von Oberflächenspannungen, die durch Adsorption lokale Konzentrationsverschiebungen zur Folge haben. Es bestehen dann größere Molekülkomplexe neben kleineren, von denen die größeren die Rolle des künstlichen Keimes von vorn tragen. Der langsame Verlauf eines solchen Auslösungsvorganges ist nun durchaus begreiflich, wenn man bedenkt, daß der Löslichkeitsunterschied zwischen den verschiedenen großen Molekülkomplexen ein sehr geringer ist und es sehr lange Zeit braucht, bis der Molekülaustausch den Löslichkeitsausgleich besorgt hat. Es liegt in dieser Anschauung ein scheinbarer Widerspruch: beim Löslichkeitsausgleich zwischen zwei verschiedenen großen Molekülkomplexen beteiligen sich ungleich mehr Lösungsmoleküle als im Falle eines grobdispersen Keimes; es müßte sich also der Löslichkeitsausgleich schneller vollziehen als im letzteren Falle. Dieser Widerspruch fällt aber sofort weg, wenn man sich nur vergegenwärtigt, daß im Verlaufe des Auslösungsvorganges der größere Molekülkomplex in der Dispersitätsgradserie fortlaufend dem grobdispersen Ende entgegenstrebt und auf diesem ganzen Weg als Keim wirkt. Einem künstlichen, von Haus aus grobdispersen Keim bleibt dagegen dieser Weg erspart.

Schon aus diesen Ueberlegungen geht hervor, daß sich das gesamte Problem der Keimwirkung einzig mit zwei Lösungsgleichgewichten zu befassen hat, die durch das Schema

$$\left. \begin{array}{l} \text{Keim} \rightleftharpoons C_1 \text{ Lösungsmoleküle} \\ \text{Molekülkomplex} \rightleftharpoons C_2 \end{array} \right\} C_2 > C_1$$

dargestellt sind. So lange $C_2 > C_1$ ist, werden die Molekülkomplexe der übersättigten Lösung abgebaut, während das Plus an Lösungsmolekülen ($C_2 - C_1$) vom Keim aufgenommen wird.

Welche Bedeutung hat nun der „Uebersättigungsgrad“? Jedenfalls handelt es sich um einen relativen Begriff. Aus dem vorhergehenden ist der Uebersättigungsgrad einer vorliegenden Lösung einem grobdispersen Keim gegenüber größer als einem hochdispersen Keim gegenüber, da bei gleichem C_2

das C_1 im letzteren Fall größer ist. Jeder Angabe des Uebersättigungsgrades sollte also die Angabe des Dispersitätsgrades des Keimes beigeschlossen sein. Im allgemeinen verzichtet man wohl auf diese notwendige Ergänzung deshalb, weil die Uebersättigung in bezug auf die grobdisperse Phase gemeint wird.

Weitergehend kommen wir zu der grundsätzlichen Erkenntnis, daß wir eine übersättigte Lösung als eine gesättigte Lösung anzusehen haben, deren „feste Phase“ die Molekülkomplexe sind, und die eben mit einer viel größeren Menge von Lösungsmolekülen im Gleichgewicht stehen, als eine grobdisperse Phase es tut. Wenn wir also eine übersättigte Lösung als ein instabiles System ansehen, so ist dies unrichtig. Könnte man die unvermeidlichen Ursachen einer lokalen Konzentrationsverschiedenheit innerhalb des Lösungsvolumens ausschalten, so hätte man eine ebenso stabile Lösung vor sich, wie es jede gesättigte Lösung ist. Zur übersättigten Lösung wird eine solche hochkonzentrierte Lösung erst durch die Existenz grober disperser und daher weniger löslicher Teilchen.

Was nun die Versuche betrifft, die zu den hier entwickelten Anschauungen geführt haben und die ausführlich an anderer Stelle veröffentlicht werden sollen, so zeigte sich mit vollster Klarheit die Bedeutung der Löslichkeit des gelösten Stoffes, wie sie in der Theorie zum Ausdruck kommt. Bei leicht löslichen Stoffen ist die Keimwirkung spontan, da sich eine große Menge von Lösungsmolekülen am Löslichkeitsausgleich zwischen Keim und den Molekülkomplexen beteiligt. Bei schwer löslichen Stoffen dagegen ist die Keimwirkung sehr träge, so daß man Zeit genug hat, um den Vorgang zeitlich zu verfolgen. Mit Hilfe einer geeigneten Apparatur ist es auch gelungen, die Bildung von Niederschlägen und die damit verquickten Fragen der Keimwirkung zu studieren.

Von den Uebersättigungserscheinungen, die dem Experimentator ja auf Schritt und Tritt begegnen, sei noch der sogenannte „Siedeverzug“ erwähnt, dessen unangenehme Folgen schon oft zum Nachdenken über die Ursachen angeregt haben mag, ohne daß eine Erklärung gefunden werden konnte. Auf empirischem Wege hat man den Siedeverzug dadurch umgehen können, indem man entweder andauernd Luftblasen in die erhitzte Flüssigkeit eintreten läßt, oder mit Hilfe eines in das Gefäß eingeschmolzenen Platindrahts eine lokal konzentrierte Wärmezufuhr erreicht. Die Wirkungsweise dieser beiden Kunstgriffe wird nun sofort

verständlich, wenn man sich vorstellt, daß das beim Verdampfen der Flüssigkeit gebildete Gas primär in derselben gelöst wird und auch da Uebersättigungen im üblichen Sinne auftreten können. Diese Uebersättigungen werden dann durch die als Keime wirksamen eingeleiteten Gasblasen bzw. durch den infolge der großen Ueberhitzung mit der Dampfhülle umkleideten Platindraht aufgehoben.

II. Unterkühlte Schmelzen. Dieselben Gesichtspunkte, die für die Erklärung der Auslösung übersättigter Lösungen maßgebend waren, gelten auch für unterkühlte Schmelzen. Da wie dort handelt es sich um hochdisperse Systeme mit Molekülkomplexen als disperse Phase. Die Rolle, die vorhin die Löslichkeit gespielt hat, wird im jetzigen Falle von der Schmelzbarkeit übernommen. Die Abhängigkeit des Schmelzpunktes vom Dispersitätsgrad ergibt eine der Löslichkeitsfunktion vollkommen analoge Kurve, so daß es kaum schwer fallen wird, sich den Vorgang vorzustellen, der sich zwischen Keim und den Molekülkomplexen einer unterkühlten Schmelze abspielt.

III. Die Frage der Katalyse. Auf Grund der angestellten Ueberlegungen über den Mechanismus der Keimwirkung kann nun die Frage beantwortet werden, die anfangs offen bleiben mußte: Handelt es sich um katalytische Vorgänge oder nicht? Nach dem, was wir gegenwärtig von der Katalyse wissen, ist sie vor allem dadurch gekennzeichnet, daß der Katalysator wohl eine bestehende Reaktion zeitlich zu beeinflussen vermag, aber niemals imstande ist, eine Reaktion hervorzurufen. Weiter betätigt sich ein Katalysator energetisch an der Reaktion, indem er entweder ein Zwischenprodukt aufbaut, das durch seinen Zerfall schneller zum Endprodukt führt als die nicht katalysierte Reaktion (homogene Katalyse) oder unter Zuhilfenahme der Oberflächenenergien auf ähnliche Weise wirkt, wie es bei der heterogenen Katalyse der Fall ist.

Alle diese Kennzeichen fehlen der Keimwirkung. Wir sind zu der Erkenntnis gelangt, daß übersättigte Lösungen nichts anderes sind als gesättigte Lösungen, deren „Bodenkörper“ die Molekülkomplexe sind und die sicher keine Tendenz zeigen würden, ihren Zustand zu verändern, wenn nicht unvermeidliche Keimwirkungen größerer Molekülkomplexe mitspielen würden. Es ist also gar kein Vorgang da, der katalysiert werden könnte. Der Keim wirkt weiter nicht energetisch, wie die vorhin be-

zeichneten Fälle, sondern schafft durch seine Anwesenheit sozusagen ein Reservoir für jenes Plus an Lösungsmolekülen, mit denen er infolge seiner geringeren Löslichkeit nicht im Gleichgewicht zu stehen vermag. Es handelt sich einzig um das Zustreben auf ein Lösungsgleichgewicht mit einer hinzugekommenen Phase. — Dies sind die Hauptgründe, die maßgebend erscheinen, der Keimwirkung den vermeintlichen Katalysencharakter abzusprechen.

Wien, im Dezember 1920.

Technische Hochschule.

Nachtrag.

Durch eine briefliche Aussprache mit Herrn Prof. Wo. Ostwald wurde ich angeregt, auf folgendes näher einzugehen. Wilhelm Ostwald⁵⁾ konnte experimentell den Beweis führen, daß zur Aufhebung einer Uebersättigung, wenn auch sehr geringe, so doch gewisse Mengen Keimsubstanz nötig sind. Ich versuchte naturgemäß im Rahmen meiner Arbeiten dieses Ergebnis zu reproduzieren und kam zu dem Resultat, daß diese Bedingung eines Keiminimums wohl bei Lösungen leicht löslicher Stoffe und auch dann nur im „stark übersättigten“ Zustand experimentell festgestellt werden kann, nicht aber bei übersättigten Lösungen schwer löslicher Stoffe oder in allen Fällen bei geringem Uebersättigungsgrad. Wenn es mir auch nicht gelungen ist, diesem Umstand quantitativ näher zu kommen, so möchte ich folgende Deutung in Betracht ziehen. Die Löslichkeit eines Stoffes ist nicht

⁵⁾ Wilhelm Ostwald, Lehrbuch der allgemeinen Chemie.

nur vom Dispersitätsgrad allein abhängig, sondern auch von der Form des Keimteilhens. Es kommt sehr viel darauf an, ob ein unbeschädigter Kristall oder Bruchstücke eines Kristalles als Keime wirken. Unter der Voraussetzung, daß in beiden Fällen gleiche Gewichtsmengen Keimsubstanz zur Anwendung gelangen, ist die Löslichkeit der Kristallbruchstücke wesentlich größer als die des unbeschädigten Kristalles, da die ersteren vor allem rauh und auch schärfere Kanten besitzen. Und die Kanten sind doch der Sitz der höheren Löslichkeit. W. Ostwald hat nun zur Feststellung des Keiminimums offensichtlich Mahlprodukte, also Kristalltrümmer verwendet. Da kann es nun eintreten, daß beim Eintragen eines solchen Bruchstückes in eine stark übersättigte Lösung diese gegenüber dem Keim gar nicht übersättigt ist. Es steht vielmehr der Keim infolge seiner großen Löslichkeit mit mehr Lösungsmolekülen im Gleichgewicht als die Molekülkomplexe. Das Verhältnis zwischen Keim und Molekülkomplexen ist dann gerade umgekehrt als es in der Regel der Fall ist. Die Folge: die Molekülkomplexe zehren den Keim auf und die hohe Lösungskonzentration bleibt bestehen. — In „weniger übersättigten“ Lösungen wird man dieses abnormale Verhältnis zwischen Keim und Molekülkomplexen nicht beobachten können, weil die Molekülkomplexe immer kleiner sein werden als ein wägbare Keim. In übersättigten Lösungen schwer löslicher Stoffe ist die Diffusionsbewegung so träge, daß derartige Versuche unmöglich sind.

Wien, im Januar 1921.

Technische Hochschule.

Ueber die Lichtempfindlichkeit des Arsentrifidsols.

Von H. Freundlich und A. Nathansohn.

(Eingegangen am 9. März 1921.)

Dem einen von uns (N.) schien es im Hinblick auf biologische Fragen wichtig zu sein, photochemische Vorgänge in kolloiden Gebilden zu untersuchen. Wir gingen deshalb von der Beobachtung des anderen (Fr.) aus, daß das As_2S_3 -Sol offenbar stark lichtempfindlich ist; ihm war es schon vor Jahren aufgefallen, daß sich vielfach ein As_2S_3 -Sol, das sich im Dunkeln lange klar gehalten hatte, am Tageslicht trübte¹⁾. Es wurde deshalb eine Reihe von Versuchen derart angestellt, daß das Sol in Reagenz-

gläsern durch eine 3000-HK-Nitralampe, in 30 cm Abstand, unter Dazwischenschaltung eines Wassertroges beleuchtet wurde. Schon nach etwa zehn Minuten zeigte sich eine Trübung des vorher im durchfallenden Lichte ganz klaren Sols, und bei längerem, stundenlangem Beleuchten schied sich aus dem Sol Schwefel als feines, weißes Pulver ab.

Die zu den Versuchen benutzten Sole wurden folgendermaßen bereitet: 40–100 ccm einer kaltgesättigten Lösung von Arsentrifid werden auf 200 ccm verdünnt und mit 100 ccm einer H_2S -Lösung, die 1 ccm gesättigten Schwefel-

¹⁾ Siehe auch H. Freundlich u. H. Schucht, Zeitschr. f. physik. Chem. 80, 568 (1912).