

werden wird. Zweifelloos ist der Gegenstand schwierig, da eine chemische Bindung auf die Adsorption folgen kann, wie in dem oben erwähnten Fall und im Fall der Enzymwirkung. Auch das Auftreten fester Lösungen gestaltet in manchen Fällen die Verhältnisse verwickelter, wie z. B. in dem von Davis⁶⁾ untersuchten

⁶⁾ Journ. Chem. Soc. Trans. 91, 1666 (1907).

Fall von Jod und Kohle. Es muß zugegeben werden, daß aus der vorschnellen Annahme einer Adsorptionsverwandtschaft, ohne genügende Berücksichtigung der Möglichkeit, daß andere Faktoren von ausschlaggebender Bedeutung sein können, nur Schaden entsteht.

University College, London.

Ultrafiltration.

Von H. Bechhold.

In Heft 3 (Bd. III, 1908) dieser Zeitschrift spricht Herr Jacques Duclaux über die „Filtration kolloider Lösungen“ und geht dabei auch wiederholt auf meine „Ultrafiltration“ ein. Ich sehe mich genötigt, diese Darlegungen zu ergänzen bzw. richtig zu stellen.

Als ich im Jahre 1904 begann, mich mit der Filtration durch Gallertfilter zu beschäftigen, war mir von der Filtration durch Kollodiumsäckchen noch nichts bekannt. Inzwischen erschienen einige Arbeiten in dieser Richtung, welche auch, soweit ich sie kennen lernte, z. B. die von Malfitano, in meiner ausführlichen Publikation über „Kolloidstudien mit der Filtrationsmethode“¹⁾ angeführt wurden. — Trotz jener Veröffentlichungen sah ich mich nicht veranlaßt, damals schon mit meiner „Ultrafiltrationsmethode“ hervortreten, da sie wesentlich verschieden war von der Filtration durch Kollodiumsäckchen meiner Vorgänger.

1. Meine Ultrafilter sind keine Kollodiumhäute, sondern wirkliche Filter (Papier, Gewebe), die mit einer Gallerte imprägniert sind. Die Filterwirkung ist infolgedessen eine andere; ich werde das gegen Schluß erweisen.

2. Meines Wissens hat niemand vor mir erkannt und ausgesprochen, daß sich die Filterdichte durch Aenderung der Gallertkonzentration beliebig variieren lasse. Bei Benutzung von Kollodiumhäuten wäre das auch nur innerhalb sehr enger Grenzen möglich gewesen, da aus so verdünnten Gallertlösungen, wie ich sie z. B. zur Herstellung sehr durchlässiger Ultrafilter verwende, keine haltbaren Kollodiumhäute herzustellen sind. Deshalb konnte auch niemand vor mir die entsprechenden Konsequenzen ziehen, daß sich nämlich durch verschieden dichte Ultrafilter Kolloide von ver-

schiedener Teilchengröße durch fraktionierte Filtration voneinander trennen lassen.

3. Erst durch die konstruktive Durchbildung meines „Ultrafiltrations-Apparates“ war es möglich, jede Art von Gallertfilter, die durchlässigsten wie die dichtesten, zur Verwendung zu bringen. Mein Apparat gestattet sowohl unter dem Eigendruck der Flüssigkeit zu filtrieren, als auch Drücke von 10 Atmosphären und mehr anzuwenden. Es ist mir deshalb nicht recht verständlich, wie Herr Duclaux sagen kann: „Es gibt indessen noch eine Bedingung zu erfüllen, welcher . . . nicht mehr in dem (Apparat) von Bechhold Genüge geleistet werden kann, die Filtration muß nämlich bei einem sehr schwachen Druck bewerkstelligt werden.“

Herr Duclaux versteigt sich dann noch zu folgenden Bemerkungen: „Streng genommen sollte man unter dem Druck Null filtrieren.“ — Herr Duclaux sollte mir einmal eine Filtration durch meine 10prozentigen Filter, die so zäh wie Leder sind, beim Druck Null vormachen! — Später . . . die Drücke, welche Bechhold anwendet, sind im allgemeinen viel zu stark“. Für wen sind sie denn zu stark? Für die Zwecke des Herrn Duclaux oder für die meinen?

Später widerruft Herr Duclaux eigentlich das, was er gesagt hat, denn er meint S. 130: „Der Apparat Bechhold's gestattet auch unter einem schwachen Druck zu filtrieren. Indessen ist hierzu seine Komplikation ganz überflüssig.“ Wer einmal einige Übung hat, wird mir zugeben, daß es nichts Einfacheres gibt, als das Arbeiten mit meinem Apparat, daß die Herstellung und Handhabung von Kollodiumsäcken, die Herr Duclaux empfiehlt, zum mindesten nicht einfacher ist. — Herr Duclaux müßte auch einsehen, daß da, wo höhere Drücke zulässig sind, man sehr viel

¹⁾ Zeitschr. f. physikal. Chemie 60, 259 und 276.

rascher mit meinem Apparat arbeitet, da die Durchflußmenge etwa proportional dem Drucke steigt²⁾. Man wird also schon bei 5 Atmosphären zirka fünfzigmal so viel in der gleichen Zeit filtrieren können wie durch entsprechende Kollodiumsäckchen, die unter dem Druck einer Flüssigkeitssäule von einem Meter stehen. Es ist doch ferner klar, daß man auf die Kollodiumsäcke keinen Druck ausüben kann, der kleine Bruchteile einer Atmosphäre übersteigt, daß somit ihrer Verwendung enge Grenzen gezogen sind³⁾.

4. S. 130 schreibt Duclaux: „Für stärkere Drucke bedarf es übrigens gar keines speziellen Apparates, und ein gewöhnlicher Druckfilter⁴⁾ genügt vollkommen, wenn man an Stelle der Blätter Kollodium nimmt, ohne den Apparat im übrigen zu ändern.“ — Diesen Versuch scheint mir Herr Duclaux am Schreibtisch, aber nicht im Laboratorium ausgeführt zu haben. Ich will nämlich Herrn Duclaux anvertrauen, daß mir seinerzeit das gleiche vorgeschwebt hat, aber es ging schlecht. Die Kollodiumhaut schmiegt sich nämlich dort fest an ihrer Unterlage an, daß sie fast nichts mehr durchläßt, und selbst wenn es unter Anwendung besonderer Modifikationen ginge, könnte man mit einem Ueberdruck von noch nicht ganz einer Atmosphäre operieren, der für die Mehrzahl der Versuche nicht genügt.

5. Duclaux empfiehlt das essigsäure Kollodium (es ist wohl Eisessig-Kollodium gemeint) durch in „Alkohol oder Aether“ gelöstes Kollodium zu ersetzen. Bei der Herstellung von exakten Ultrafiltern muß ich dringend davon abraten; denn zu deren Herstellung imprägniere ich bekanntlich die Filter im Vakuum mit der Gallertlösung. Ließe man aber das gewöhnliche in der Alkohol-Aethermischung gelöste Kollodium in das Vakuum einlaufen, so würde die Flüssigkeit sofort siedend, einen Schaum bilden, kurz, die ganze Prozedur würde mißlingen.

Herr Duclaux scheint sich hauptsächlich mit anorganischen Kolloiden beschäftigt zu

²⁾ Vgl. Bigelow (Journ. of the Amer. Chem. Soc. 29) und Bechhold (Zeitschr. f. physikal. Chemie 64, 340).

³⁾ Sicherlich wird man in Kollodiumsäckchen kolloide Lösungen auch ohne eine eigentliche Filtration durch bloße Verdunstung konzentrieren können. Wie mir Prof. Dr. Becker mitteilt, soll auch in alkoholischen Flüssigkeiten der Alkohol konzentriert werden, wenn man sie in einer Schweinsblase aufhängt und so das diffundierende Wasser verdunsten läßt.

⁴⁾ Ich nehme an, daß Herr Duclaux damit ein an der Wasserluftpumpe benutzbares Filter meint.

haben, und ich begreife vollkommen, daß für seine speziellen Zwecke Kollodiumsäckchen hinreichend waren. Das ist aber doch kein Grund, daß er mit vollkommen unzutreffenden Behauptungen gegen meine Ultrafiltrationsmethode auftritt, die er selbst nur wenig praktisch ausgeführt zu haben scheint. Von meiner ganzen, 61 Seiten umfassenden Arbeit (in der Zeitschr. für physikal. Chemie), in der ich die Leistungsfähigkeit der Ultrafiltrationsmethode nach allen Seiten untersucht, ihre Grenzen abgesteckt habe, in der ich 39 verschiedene Stoffe und Mischungen in weit mehr als tausend Versuchen erprobt habe, wie gesagt, von dieser ganzen Arbeit weiß Herr Duclaux keinen einzigen Punkt richtig zu stellen oder zu widerlegen; ja, ich möchte glauben, daß Herr Duclaux keinen dieser Punkte nachgeprüft habe. Und trotzdem, wenn ich die Darlegungen von Herrn Duclaux resümiere: Die Methode gefällt ihm nicht. — Herr Duclaux sollte doch einmal das versuchen, in Kollodiumsäckchen hydrophile Kolloide, wie Serum, binnen einer oder zwei Stunden auf Sirupkonsistenz einzudicken oder Peptone von Deuteralbumosen durch Filtration zu trennen! Ich glaube nicht, daß ihm dies gelingen wird. Es hat keinen Wert, mit Herrn Duclaux weiter über eine Methode zu diskutieren, die er nicht erprobt hat. — Die ganze Sache erscheint mir, wie wenn jemand, der gewohnt war, seine Glasröhrchen in einer Stearinkerze zu biegen, nun gegen Bunsenflamme, Gasbeleuchtung und -heizung polemisiert, da seine Stearinkerze doch viel praktischer sei.

6. Ich habe am Anfang behauptet, daß sich meine Ultrafilter von einer entsprechenden Kollodiumhaut in ihrer Wirkung unterscheiden.

Dieser Unterschied hat sich erst in neuerer Zeit meßbar nachweisen lassen. — In einer soeben erschienenen Arbeit⁵⁾ habe ich die Durchlässigkeit von Ultrafiltern nach zwei Methoden zu messen gesucht. Bei der einen bestimmte ich den Druck, der erforderlich ist, um Luft durch Ultrafilter zu pressen und konnte daraus den Durchmesser der weiteren Poren berechnen; bei der anderen bestimmte ich die Durchflußmenge von Wasser bei konstantem Druck und errechnete daraus die mittlere Porenweite.

Bei Anwendung der Luftmethode auf Ultrafilter und auf entsprechende Kollodiumhäute zeigte sich, daß die letzteren

⁵⁾ Zeitschr. f. physikal. Chemie 64, 328–342 (1908). Vergl. auch Koll.-Zeitschr. 2, 3 u. 33 (1907).

durchlässiger für Hämoglobin, aber undurchlässiger für Luft waren als die erstere. Aus dieser Tatsache und einigen in erwähnter Arbeit angeführten Umständen mußte ich schließen, daß eine reine Eisessigkolloidumhaut eine andere Struktur hat,

als wenn dieselbe Haut auf einem Papierfilter erzeugt ist.

Aus diesen Darlegungen dürfte hervorgehen, daß die Ausführungen des Herrn Duclaux, soweit sie sich mit meiner Methode befassen, unzutreffend und unberechtigt sind.

Ueber die Bewegungen des Kampfers auf Wasser.

Von R. Liesegang.

Streut man kleine Kampferstückchen auf Wasser, so geraten sie auf dessen Oberfläche in rapide Bewegungen, fahren in weiten geschwungenen Linien durcheinander, ohne gegeneinander zu stoßen, drehen sich, besonders wenn sie ganz klein sind, um sich selber usw. Diese bekannten Bewegungen sind zurückzuführen auf die Propellerwirkung des verdampfenden Kampfers. Viele anderen Substanzen haben die gleiche Eigentümlichkeit.

Wie sich hierbei die Verhältnisse nach einiger Zeit gestalten, scheint bisher weniger beachtet worden zu sein. Die tolle Bewegung hört auf. Die Kampferstückchen lagern sich zu

Linien zusammen, wie bei den Agglutinationserscheinungen.

Etwas, was wie eine Vergiftung aussieht, gewahrt man, wenn man eine sehr geringe Menge Aethylgrünlösung zusetzt. Die Bewegung hört sofort auf. Die Ursache ist zu suchen in einer Hautbildung des Farbstoffes an der Wasseroberfläche. Aus gleichem Grunde versagt der Versuch mit der Kampferbewegung, wenn man Leitungswasser benutzte, welches schon einige Stunden in dem Gefäß gestanden hatte.

Die Erscheinungen, welche vielleicht eine vergrößerte Brown'sche Bewegung darstellen, wären eines eingehenden Studiums wert.

Referate.

Arbeiten allgemeinen Inhalts.

Burton, E. F., **Die Wirkung von Elektrolyten auf kolloide Lösungen.** (Phil. Mag. 71, 1906.)

Zur Erklärung der zahlreichen Versuche über die Koagulationsgeschwindigkeit kolloider Lösungen unter dem Einfluß verschiedener Elektrolyte hat unter anderen Bredig eine Hypothese aufgestellt, die die Abhängigkeit der Oberflächenspannung Stoff-Lösungsmittel von der Potential-Differenz beider benutzt. Die Oberflächenspannung erreicht nämlich ihr Maximum an dem isoelektrischen Punkt, d. i. wenn die Ladung der suspendierten Teilchen durch den Elektrolyten mit seinen freien Ionen gerade ausgeglichen ist. An diesem Punkt beginnt nun rasche Koagulation. — Zur Stütze der Hypothese diente eine Arbeit von Hardy an Albumin, doch sah sich der Verfasser veranlaßt in vorliegender Untersuchung das Resultat an den besser definierten Gold-

und Silberlösungen zu prüfen. Es wurde an elektrisch hergestellten Gold- und Silberlösungen vor und nach allmählichem Zusatz von Aluminiumsulfat die Geschwindigkeit der Teilchen im elektrischen Feld bestimmt (vgl. Referat). Es zeigte sich, daß die Wanderung zur Anode beim Zusatz des Elektrolyten abnahm, an einem Punkte = 0 wurde und dann zur Kathode vor sich ging. Daneben wurde die Koagulationsgeschwindigkeit an entsprechenden Proben der Lösungen ermittelt. Resultat: Die Lösungen waren am isoelektrischen Punkt — wo die Wanderung = 0 war — am instabilsten. Um den isoelektrischen Punkt zu erreichen, bedurfte es bei Gold größerer Mengen des Elektrolyts, d. h. größerer Elektrizitätsmenge; nach seiner Ueberschreitung nahm die Stabilität wieder zu, indem jetzt die im Ueberfluß vorhandenen Albuminionen ihre Ladung den Teilchen aufdrängten, die dadurch positiv geladen und zur Kathode getrieben wurden. W. Steubing.