

Die Kolloidmühle und ihre Anwendungsmöglichkeiten.

Von Ing.-Chem. HERMANN PLAUSON, Hamburg.

(Vortrag, gehalten im Bezirksverein Hamburg des Vereins deutscher Chemiker am 6. Mai 1921.)

Die Kolloidmühle ist ein Apparat, der erlaubt, auf mechanischem Wege eine ganze Reihe von Stoffen oder Substanzen in hochdispersen, sogenannten kolloidalen Zustand zu überführen.

Nach dem heutigen Stand der Wissenschaft versteht man unter kolloidalem Zustand von festen Stoffen in erster Linie einen Schwebezustand der fein dispergierten Stoffe in einem anderen Stoff, welchen man Dispersionsmittel nennt. Das heißt: die einzelnen Teilchen besitzen gegenüber dem Dispersionsmittel eine so große Oberfläche, daß die Oberflächenspannung größer ist als die Anziehungskraft der Erde, welche sonst ein Niedersinken der Substanzteilchen bewirkt. Klarheits-

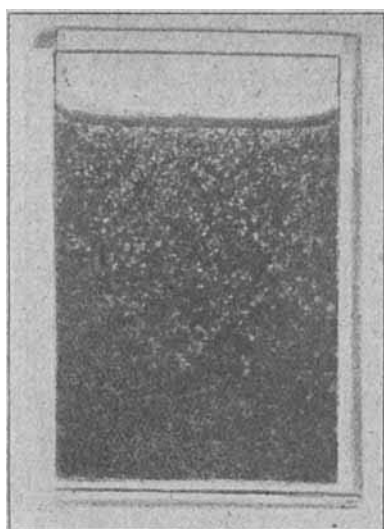


Abb. 1.

Ich nehme nun eine vermittelst der Kolloidmühle hergestellte Graphitlösung und gieße sie gleichfalls in eine Küvette und projiziere: Sie sehen, es scheidet sich nichts ab. Sie können nur eine trübe, dunkle Schicht wahrnehmen, welche den Beweis liefert, daß die Graphitteilchen in der Flüssigkeit schweben, daß also ein kolloidaler Zustand vorliegt. Ein zweiter Beweis des hochdispersen oder kolloidalen Zustandes von nicht kolloiden Substanzen (das heißt solchen Stoffen, welche keine typischen Kolloide sind, sondern nur im weitgehend dispergierten Zustande bei einer Teilchengröße von mindestens 0,001 mm deren Eigenschaft besitzen) ist der Umstand, daß dieselben durch Elektrolyte ausgeflockt werden. Um Ihnen dieses zu zeigen, gieße ich zu der Graphitdispersion etwas Säure zu, Sie sehen, es findet sofort eine Ausflockung statt und die Flüssigkeit wird klar.

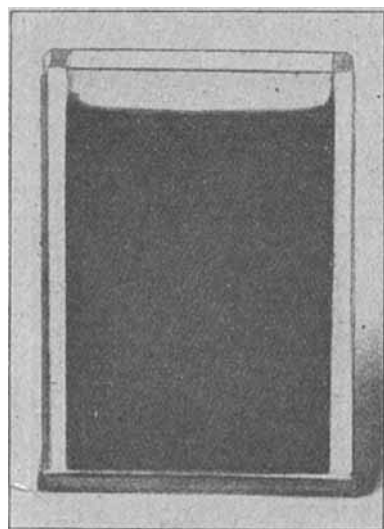


Abb. 2.

wenn das Dispersionsmittel im Überschuß vorhanden ist. Im vorliegenden Falle dient als Dispersionsmittel Wasser. Da dieses das billigste Dispersionsmittel ist, wird es zweckmäßig in den meisten Fällen verwendet. Eine solche wässrige, kolloide Dispersion nennt man Hydrosol. Ist der feste Stoff in einem anderen flüssigen Medium dispergiert, z. B. Alkohol, so heißt er Alkoholsol; in Benzin Benzinosol usw. Durch eine solche Klassifikation wird nicht nur der kolloide Zustand, sondern gleichzeitig auch das Dispersionsmittel bezeichnet.

Es gibt noch eine ganze Reihe weiterer Unterschiede des kolloidalen Zustandes gegenüber dem makroskopischen Zustand einerseits, und dem molekularen Zustand andererseits. Makroskopisch nennt man einen Zustand, in welchem die Teilchen einen größeren Durch-

messer als 1μ haben, molekular einen solchen, wenn die Teilchengröße geringer ist als $0,01 \mu$. Den dazwischen liegenden Raum — also etwa von einer Teilchengröße von 1μ bis herab zu $0,01 \mu$ — nehmen die Kolloide ein. Die Unterschiede kann man zusammenfassend in folgenden Sätzen festlegen:

1. Makroskopische Substanzen werden durch Filtrierpapier zurückgehalten, kolloide Dispersionen wie molekulare Lösungen laufen durch das Filter.
2. Makroskopische Substanzen und kolloide Substanzen sind im Mikroskop oder im Ultramikroskop sichtbar; molekulare Lösungen nicht. Ferner zeigen kolloide Sole den Tyndalllichtkegel, molekulare Lösungen dagegen nicht.

Kolloide Sole und molekulare Lösungen unterscheiden sich weiterhin durch folgendes:

1. In molekularer Lösung befindliche Stoffe diffundieren durch eine Pergamentmembran; kolloide Dispersionen aber nicht.

Während eine wahre molekulare Lösung (z. B. Kochsalz in Wasser) erst über 100° siedet und unter 0° gefriert, ist bei den kolloidalen Dispersionen der Siedepunkt, Gefrierpunkt, Dampfdruck und elektrisches Leitvermögen nicht wesentlich verschieden von reinem Wasser.

Diese Gesetze will ich Ihnen nun demonstrieren.

Ich filtriere hier eine makroskopische Schwefelsuspension durch Filtrierpapier. Sie sehen, wir bekommen ein klares Filtrat. Hier filtriere ich eine kolloidale Schwefellösung, sie geht durchs Filter. Das Filtrat ist genau so opalisierend wie früher, auf dem Filter ist nichts zurückgeblieben.

Um nun zu beweisen, daß die opalisierende Schwefellösung auch wirklich einen kolloidalen Zustand darstellt, zeige ich Ihnen das Tyndallsche Phänomen.

Wirft man nämlich ein Bündel heller Lichtstrahlen, welche durch eine Linse kegelförmig konvergiert werden, durch eine kolloide Lösung, so leuchtet der Strahlenkegel in mildem, je nach Größe und dem Reflektionsvermögen der einzelnen Kolloidteilchen in mehr oder minder hellem Lichte auf, während eine molekulare Lösung dunkel bleibt. Wie Sie sehen werden, bleibt eine wahre, molekulare Kochsalzlösung auch beim Durchfallen des Strahlenbündels dunkel.

Jetzt lasse ich denselben Lichtstrahl durch eine andere Küvette mit kolloidalem Schwefel fallen. Sie sehen, der Kegel ist deutlich sichtbar. Dasselbe geschieht bei kolloidem Phosphat, Talkum usw.

Um Ihnen die Diffusionserscheinung der Kolloide zu zeigen, bediene ich mich der von Wo. Ostwald vorgeschlagenen Methode für die Demonstration eines solchen Diffusionsversuchs. Ich verwende eine 3%ige Gelatinelösung (eine Gallerte). Eine solche Gallerte ist hier in dieser Küvette und ich gieße nun eine konzentrierte Nickelsulfatlösung auf und projiziere: Sie sehen auf der Leinwand genau die Grenze der Nickelsulfatlösung und wie dieselbe dialysiert.

Jetzt nehme ich eine andere Küvette, bei der vor drei Tagen auf eine 3%ige Gelatinegallerte eine kolloidale Silberlösung gegossen wurde. Sie sehen, es ist nichts von der Lösung in die Gallerte eingedrungen.

Damit dürfte der Beweis erbracht sein, daß Kolloide nicht durch Gallerte diffundieren, während molekulare Lösungen dieses tun.

Ein weiteres wichtiges Kennzeichen der Kolloide ist folgendes: Kolloide, seien es typische oder auch aus dem festen Zustand hergestellte, disperse Sole sind nicht kristallisationsfähig. Von diesem Standpunkt aus können wir den kolloidalen Zustand als Gegensatz des Kristallzustandes definieren. Wir können aber auch besonders bei typischen Kolloiden den kolloidalen Zustand nicht als gestaltlos oder amorph bezeichnen, denn durch O. Bütschli und andere wurde die Behauptung aufgestellt, daß z. B. kolloide Kieselsäure einen sehr zarten Zellenbau zeigt.

Es kann aber richtiger angenommen werden, daß viele Kolloide statt eines Zellenbaues eine schwammartige Struktur aufweisen, wobei die Hohlräume sich wie ein Schwamm mit Wasser füllen können. Ein derartiges Gebilde besitzt eine gewaltige Oberfläche, und diese

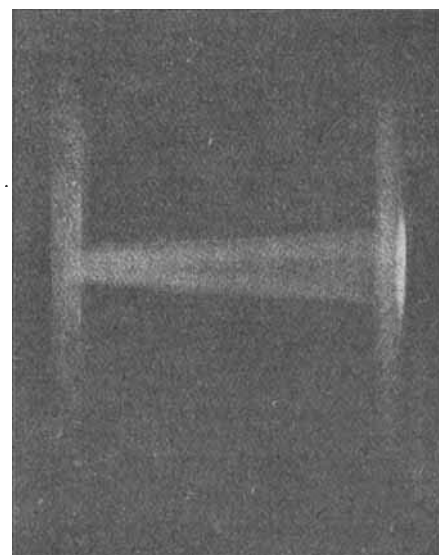


Abb. 3.

Annahme erklärt die große Wasseraufnahmefähigkeit vieler organischer und anorganischer Gallerten. So z. B. bei den Kolloiden in Tierkörpern und Pflanzen, als da sind: Eiweißkörper, Leder, Leim, Wolle oder Zellstoff, Textilfasern, ferner bei Celluloid usw. Auch der menschliche Körper ist nur aus zwei Gruppen von Substanzen aufgebaut: aus Kolloiden und Kristalloiden.

Bechold vergleicht in seinem Buch: „Die Kolloide in Biologie und Medizin“ ein lebendes Gebilde mit einer Stadt. „Die Kolloide sind die Häuser, die Kristalloide die Menschen, welche sich in den Straßen bewegen, in den Häusern verschwinden, wieder auftauchen, Bauten einreißen und errichten. Die Kolloide sind das Stabile im Organismus, die Kristalloide das Mobile.“

Um die unendliche Fülle der kolloiden Erscheinungen harmonisch zu gruppieren, bezeichnet man die kolloiden Dispersionen als disperse Systeme. Wie ich bereits erläutert habe, ist bei einem solchen kolloiden oder dispersen System ein Stoff in einem zweiten sehr fein verteilt. Der fein verteilte Stoff wird als disperse Phase und der andere, im großen Überschuß vorhandene als Dispersionsmittel bezeichnet. Unter disperser Phase eines Kolloids wird nach Wo. Ostwald die Gesamtheit der im Dispersionsmittel verteilten feinen Teilchen des kolloiden Stoffes verstanden. Die einzelnen Teilchen desselben hängen nicht untereinander zusammen, sondern sie sind sämtlich durch eine Schicht des Dispersionsmittels voneinander getrennt. Nur bei Beginn der Koagulation können einzelne Teile einer solchen dispersen Phase ähnlich wie feinstes Netzwerk, Fädengewirr usw. miteinander zusammenkommen und zusammenhängen. Selbstverständlich hört dann eine exakte Unterscheidung von Dispersionsmittel und disperser Phase auf.

Um Ihnen eine Vorstellung von den Dimensionen und der Oberflächenvergrößerung, welche bei solchen dispersen Phasen auftreten, zu geben, füge ich eine von Ostwald und Bechold zusammengestellte Tabelle an, aus der Sie ersehen werden, wie sich die Oberfläche vergrößert, wenn ein fester Stoff von der Größe eines Würfels mit 1 cm Kantenlänge bis zur Größe von elementaren Molekeln verteilt wird.

Seitenlänge		Anzahl der Würfel	Gesamtoberfläche
1	cm	1	6 cm ²
0,1	"	10 ³	60 "
0,01	"	10 ⁶	600 "
0,001	" (Durchmesser eines Menschenblutkörperchens ca. 0,0007 cm)	10 ⁹	6000 "
1 μ	" (= 0,0001 cm; Durchmesser eines kleinen Coccus)	10 ¹²	6 qm
0,1 μ	"	10 ¹³	60 "
0,01 μ	" (Grenze ultramikroskopischer Sichtbarkeit)	10 ¹⁵	600 "
	" (= 1 Milliontel mm)		
1 μμ	" (Durchmesser kleinst. Kolloidteilchen, Grenze der Ultrafiltration)	10 ²¹	6000 "
0,1 μμ	" (Durchmesser der Elementarmolekeln)	10 ²⁴	60 000 "

Ich habe mir erlaubt, einen kurzen Überblick über die Grundlagen des kolloidalen Zustandes zu geben, um denjenigen der verehrten Anwesenden, die nicht Spezialisten auf dem Gebiet der Kolloidchemie sind, die neueren Forschungsergebnisse, die Klassifikation und die Terminologie dieser neuen Wissenschaft bekannt zu geben.

Ich gehe nun auf die Herstellung von kolloiden oder dispersen Solen unter Zuhilfenahme der Kolloidmühle über. Bevor ich jedoch die Grundlagen der Kolloidmühle erkläre, möchte ich zunächst einiges über die Möglichkeit der Verteilung von Substanzen, sowie über die Dispersionsmittel sagen. Die Substanzen, welche durch die Kolloidmühle in den kolloidalen Zustand überführt werden können, habe ich übersichtshalber in drei Hauptgruppen eingeteilt:

Gruppe 1 umfaßt die Ausgangsstoffe, welche flüssig sind, deren disperse Phase aus ultra-mikroskopischen Flüssigkeitsteilchen besteht, welche durch ein gleichfalls flüssiges Dispersionsmittel voneinander getrennt sind.

Als Beispiel nenne ich Emulsionen von Ölen oder flüssigen Kohlenwasserstoffen usw. mit Wasser.

Zu Gruppe 2 gehören alle festen Stoffe, welche selbst typische Kolloide sind, z. B. Leim, Kasein, Celluloid, Eiweiß, gewisse organische Farben, Harze, Kautschuk usw.

Gruppe 3 umfaßt alle übrigen festen Stoffe, wie Mineralien, Kohlen, Graphit, Farben, Farblacke, Metalle usw.

Diese Stoffe sind zum Unterschied von denen in den beiden vorgenannten Gruppen im festen Zustand keine typischen Kolloide. Sie können aber die Eigenschaften von Kolloiden aufweisen, wenn sie auf irgendwelche Weise so fein dispergiert werden, daß die Teilchengröße unter 1 μ (also 0,001 mm) beträgt.

Was die Klassifikation der Dispersionsmittel betrifft, so ist für großtechnische Zwecke selbstverständlich stets zu erstreben, Wasser als billigste und gefahrloseste Flüssigkeit zu verwenden; doch gibt es Fälle, in welchen auch andere Stoffe, z. B. Kohlenwasserstoffe als Dispersionsmittel verwendet werden müssen. Theoretisch ist es möglich, in jedem, den elektrischen Strom nicht leitenden Dispersionsmittel eine disperse Phase herzustellen — die neueren Untersuchungen haben jedoch gezeigt, daß zwischen Dispersionsmittel und Dispersionsgut bestimmte Beziehungen bestehen und daß gewisse Bedingungen beachtet werden müssen, um ein Verfahren kommerziell zu gestalten.

In erster Linie muß Sorge getragen werden, daß das Dispersionsgut mit dem Dispersionsmittel infolge Auflörens keine Elektrolyte bildet. Ist dies der Fall, so ist eine feine Dispergierung unter 1 μ mit der Kolloidmühle nicht möglich. Man muß dann typische Kolloide hinzufügen, welche durch Absorption der Elektrolyte die schädliche Wirkung der freien Ionen abschwächen. Meistens ist die Nichtbeachtung dieser Bedingung Ursache von mißlungenen Versuchen gewesen, denn die Elektrolyte wirken 1. als Dispersionsgifte und 2. als Ausflockungsmittel der bereits gebildeten Kolloide, so daß ein völliges Aufschließen unmöglich wird.

In der Praxis versucht man diesem Umstand dadurch entgegenzutreten, daß man die Elektrolyte mittels Absorption durch Schutzkolloide oder durch Überführung in unlösliche Verbindungen unschädlich macht.

Die richtige Auswahl des Dispersionsmittels ist bei der Herstellung von Dispersoiden ein sehr wichtiger Faktor für ein gutes Gelingen. Wird Wasser als Dispersionsmittel verwendet, so ist die richtige Auswahl von Schutz- und Absorptionsmitteln von großer Bedeutung, besonders wenn Gefahr vorhanden ist, daß das Dispersionsgut mit Wasser in Reaktion tritt und sich dabei Elektrolyte, wenn auch nur schwache, bilden. Sehr oft, richtiger gesagt, sogar in den meisten Fällen enthält das Dispersionsgut Salze oder Säuren in fester Form, wenn auch in sehr geringen Mengen, welche durch Auslaugen bei dem Dispergieren Elektrolyte bilden. In solchem Falle ist stets mit einem Mißlingen des großtechnischen Dispergierens zu rechnen, wenn nicht eine Absorption des Elektrolyten durch typische Kolloide oder eine Überführung in den nichtleitenden Zustand vorgenommen werden kann.

Nach diesen, für das Verständnis wichtigen theoretischen Erklärungen der chemisch-physikalischen Bedingungen, gebe ich nun eine kurze Beschreibung der Kolloidmühle.

Sie sehen hier eine moderne Kolloidmühle in Tätigkeit, so wie

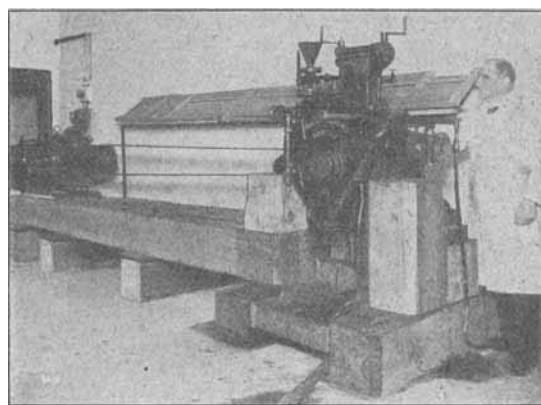


Abb. 4.

dieselbe in meinem Institut aufgebaut ist; links ist der Elektromotor, im Vordergrund rechts die Kolloidmühle.

Auf dem nächsten Bild ist die Kolloidmühle in vergrößertem Maßstabe allein zu sehen.

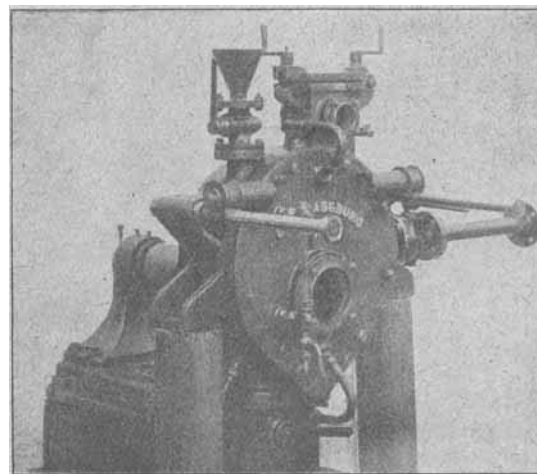


Abb. 5.

Das folgende Bild zeigt die Kolloidmühle geöffnet.

Wie Sie sehen können, unterscheidet sich die Mühle von den sogenannten Dismembratoren wesentlich darin, daß die Schläger nicht im Zentrum rotieren, sondern exzentrisch einmontiert sind. Würde

der rotierende Teil zentrisch angebracht sein und nicht exzentrisch, so wäre eine kontinuierliche Schlagwirkung nicht möglich. Durch die Zentrifugalkraft würde das Gut einfach an die Wand geschleudert und da außerhalb des Bereiches der Schläger lediglich rotieren. Ließe man die Flüssigkeit wie bei Dismembratoren von der Mitte einfließen und durch ein doppeltes Schlägersystem laufen, so wäre noch eine Pumpanlage zum Zurückbefördern des Mahlgutes erforderlich und das eigentliche, neue Prinzip der Kolloidmühle: „Konzentration der gesamten Kraftwirkung auf einen, höchstens zwei Schlagpunkte“, wäre nicht erfüllt.

Hierin liegt der Hauptunterschied zwischen einer Kolloidmühle und den sonstigen Dismembratormühlen.

Auf den ersten Blick bekommt man den Eindruck, daß die Kolloid-

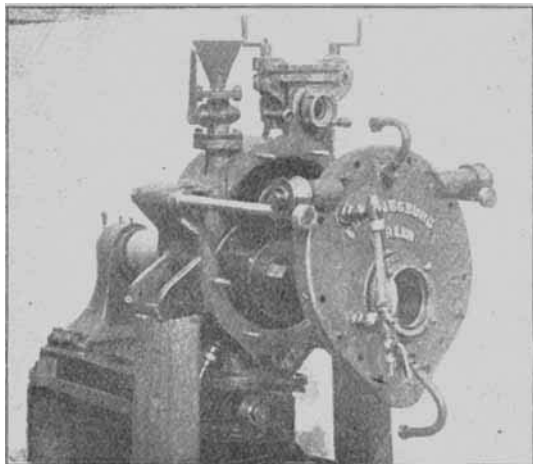


Abb. 6.

mühle eine gewöhnliche Dismembratormühle sei, das ist jedoch nicht der Fall; dem Prinzip nach ist sie wohl ähnlich, doch ist außer der exzentrischen Anbringung der rotierenden Schläger noch das neu, daß in der Kolloidmühle nur zwei nicht rotierende Schlagwiderstände eingebaut sind. Demgegenüber haben Dismembratoren 10–20 gleichmäßig um die Achse verteilte Schlagwiderstände. In einem solchen Dismembrator verteilt sich die gesamte Kraft auf 20 oder mehr Schläger, so daß bei einer 20pferdigen Mühle auf jeden Schläger nur eine Kraft von etwa 1 PS kommt. Verteilen wir aber diese 20 PS

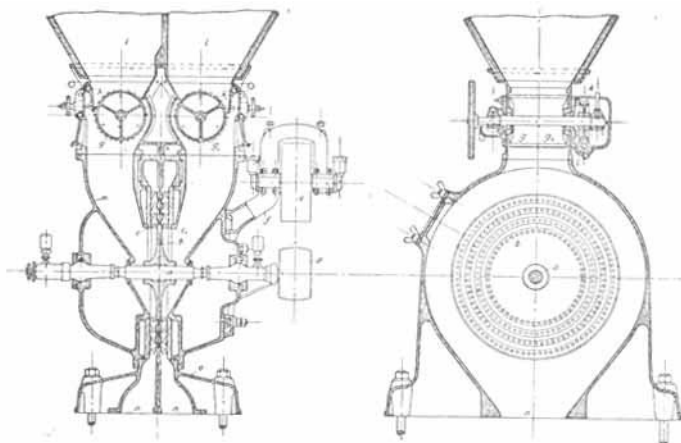


Abb. 7.

auf nur zwei Schlagwiderstände, wie es in der Kolloidmühle der Fall ist, so kommen auf jede Schlagstelle schon 10 PS statt 1 PS zur Auswirkung. Wollten wir aber auch bei einem Dismembrator mit 20 Schlägern gleichfalls 10 PS an jeder Schlagstelle zur Auswirkung bringen, so müßte eine Kraft von $20 \cdot 10 = 200$ PS angewendet werden. Das ist aber unmöglich, erstens, weil die Maschinenteile, um die enorme Beanspruchung aushalten zu können, viel zu unförmlich würden, und zweitens aus ökonomischen Gründen. Dadurch aber, daß in der Kolloidmühle nur zwei feste Schlagwiderstände (noch vorteilhafter wäre es, wenn man mit nur einem solchen auskäme, aber der mechanischen Festigkeit wegen ist es besser, zwei Schlagwiderstände einander gegenüberliegend anzubringen) und ein rotierender Schläger mit mehreren Schlagbolzen verwendet werden, kann bei einem geringeren Kraftverbrauch doch eine erhöhte Kraft an jeder Schlagstelle zur Auswirkung gebracht werden.

Man kann das ganze System auch so betrachten: der rotierende Teil der Kolloidmühle ist der Hammer, und der feste Teil der Amboß, zwischen welchen das Dispersionsgut im Dispersionsmittel bearbeitet

wird. Es ist dann klar verständlich, daß mit je größerer Wucht der Hammer auf den Amboß schlägt, desto größer der Effekt sein wird.

An dieser Stelle muß ich auf eine andere wichtige Bedingung eingehen, die zu beachten ist, um mit der Kolloidmühle den höchsten Nutzeffekt erzielen zu können. Es ist nicht gleichgültig, mit welcher Geschwindigkeit der rotierende Teil der Schläger als Hammer sich bewegt. Z. B. kann man 100 PS anwenden und doch keine kolloide Dispersion erzielen, wenn man den Schläger nicht gleichzeitig auch mit einer bestimmten Geschwindigkeit rotieren läßt. Arbeitet man mit einer Kolloidmühle, bei welcher 50 PS an einer Schlagstelle zur Auswirkung kommen, und läßt dieselbe mit einer Geschwindigkeit von nur 200–300 m in der Minute laufen, so kann eine erhöhte Kraftwirkung auf die zwei Schläger nicht erreicht werden. Das kommt daher, daß bei geringer Umdrehungszahl die Flüssigkeitsteile ohne besonderen Widerstand zwischen den Schlägern hindurch entweichen können.

Hieraus kann die Schlußfolgerung gezogen werden: Um mit der Kolloidmühle ein kommerziell ausnutzbares Dispergieren von festen Stoffen in flüssigen Dispersionsmitteln zu erzielen, müssen die Schläger mit möglichst hoher Geschwindigkeit rotieren. Die Flüssigkeiten werden hierdurch starr, da sie bekanntlich nicht komprimierbar sind, und gleichen wie ein starrer Körper einem Amboß, an dem die zu dispergierenden Teilchen zerschellen. Mahlt man dagegen Pulver in Gasen, welche wegen ihrer Komprimierbarkeit elastische Körper sind, so vermag das Dispersionsgut auszuweichen und hält der Wucht des Schlägers nicht stand. Praktische Versuche haben diesen Grundsatz bestätigt und die Erkenntnis, daß die hohe Wirksamkeit der Kolloidmühle auf der Anwendung von flüssigen Dispersionsmitteln beruht, ist als ein weiterer wichtiger Erfolg auf dem Gebiete der mechanischen Dispergierung zu betrachten.

Legen die Schlagnaben der Kolloidmühle weniger als 10 m in der Sekunde zurück, so ist bezüglich der Feinheit dem Mahlen an der Luft gegenüber fast kein Unterschied zu merken. Bei 20 m pro Sekunde läßt sich schon ein höherer Dispersitätsgrad wahrnehmen. Es werden dabei Teilchengrößen bis zu 0,003 mm bei 30 m bis zu 0,001 mm erzielt, und bei Erhöhung der Geschwindigkeit auf 40 m pro Sekunde beobachtete ich bereits echte kolloide Dispersionen. Es ergibt sich hieraus also, daß durch die Erhöhung der Umlaufgeschwindigkeit disperse Systeme kolloidaler Natur hergestellt werden können.

Mit vorstehenden Erscheinungen sind aber die beim Arbeiten mit der Kolloidmühle erzielten Ergebnisse noch nicht erschöpft. Ich erlaube mir, Ihre Aufmerksamkeit auf zwei wichtige Erscheinungen zu lenken. Erstens, das Verhältnis von Dispersionsmittel zu Dispersionsgut und zweitens, die Einwirkung von Dispersionsbeschleunigern. Die Konzentration spielt beim Dispersionsprozeß ebenfalls eine wichtige Rolle. Vom Mengenverhältnis zwischen Dispersionsmittel und Dispersionsgut hängt nicht nur die Möglichkeit des Dispergierens bis zu einer Teilchengröße unter 1μ überhaupt, sondern auch die erreichbare Teilchengröße ab.

Folgender Grundsatz kann hier aufgestellt werden: Je größer die Menge des Dispersionsmittels im Verhältnis zum Dispersionsgut ist, desto leichter und schneller kann eine gesättigte kolloide Lösung (also ein gesättigter Solzustand) im gegebenen Dispersionsmittel bei gegebenem Dispersionsgut unter sonst gleichen Arbeitsbedingungen erzielt werden. Ich habe eben gesagt, gesättigter Solzustand. Hierbei dürfte die schon häufig aufgeworfene Frage gestellt werden, ob die durch die Kolloidmühle hergestellten Kolloide einen Sättigungszustand aufweisen, ähnlich wie z. B. aufgelöste Salze, oder ob man beliebige Konzentrationen herstellen kann. Ich muß darauf antworten, daß mit der Kolloidmühle hergestellte kolloide Dispersionen tatsächlich einen solchen Sättigungszustand aufweisen, vorausgesetzt, daß mit reinen Substanzen gearbeitet wurde. Das wunderbare dabei ist, daß dieser Sättigungszustand nicht nur vom Dispersionsgut, sondern auch vom Dispersionsmittel abhängig ist, ferner von zugesetzten Schutzkolloiden und Dispersionsbeschleunigern, über welche ich Ihnen noch im weiteren berichten werde.

Was den Sättigungszustand betrifft, so bezeichne ich damit die Erscheinung, welche beim Dispergieren mit der Kolloidmühle auftritt und darin besteht, daß von einem Dispersionsgut in einem bestimmten Dispersionsmittel bei einer bestimmten Dispersionsmitteltemperatur stets nur eine gewisse Menge in den Solzustand übergeht und in diesem bleibt. Ein etwa vorhandener Überschuß an Dispersionsgut scheidet sich stets in Gelform ab, ebenso wie beim Auflösen kristallisierender Salze nur ein gewisser Teil fähig ist, im gelösten Zustand zu bleiben, während der Rest auskristallisiert.

In den meisten Fällen kann ein solch gesättigter Solzustand bereits nach kurzer Bearbeitungszeit, etwa 5–10 Minuten, hervorgerufen und auch bei stundenlangem Mahlen nicht mehr vergrößert werden, es sei denn, daß man besondere Hilfsmittel, auf die ich später hinweisen werde, anwendet. Auf gleiche Weise habe ich festgestellt, daß dieser Sättigungsgrad bei ein und demselben Dispersionsgut und ein und derselben Dispersionsmitteltemperatur in verschiedenen Dispersionsmitteln verschieden ist und umgekehrt verschiedene, in ein und demselben Dispersionsmittel zu dispergierende Stoffe verschiedene Dispersionskonzentrationen aufweisen.

Ich führe ein praktisches Beispiel an: Dispersionsgut: Kopal, Dispersionsmittel: Benzol, Dispersionskonzentration etwa 1,8%. Bei Wasser als Dispersionsmittel beträgt sie 2,2%, bei Glycerin als Dispersionsmittel über 2,8%, bei Amylalkohol über 5%. Wie aus diesen

Zahlen zu ersehen ist, ist die Sättigungskapazität zu gering, um auf diesem Wege zu praktisch brauchbaren Dispersionen zu gelangen.

Der Sättigungsgrad kann aber durch Zusatz von Schutzkolloiden oder Dispersionsbeschleunigern erheblich erhöht werden.

Um die ganze Menge des Dispersionsgutes in kolloidale Lösung zu bringen, verfährt man auf folgende Weise: Man bearbeitet die Substanzen bis zum Sättigungszustand in der Kolloidmühle, trennt von dem sich Abscheidenden durch Stehenlassen oder Zentrifugieren oder Filtrieren und schlägt weiter mit neuen Mengen Dispersionsmittel, dann wieder filtrieren, und so fort, bis alles in den dispersen Zustand übergeführt ist. Hier könnte entgegnet werden, es hat keinen Wert, solche verdünnte Lösungen von Kolloiden herzustellen, denn eine Konzentration derselben durch Verdampfen ist nicht möglich, weil erstens die für das Einengen erforderliche Wärme eine sofortige Koagulation hervorrufen würde, und zweitens das Verfahren viel zu teuer würde, weil das Eindampfen mehr kostete als das Produkt vielleicht wert ist.

Auch ich habe seinerzeit dasselbe gefürchtet; schon im Jahre 1911 habe ich die ersten Beobachtungen gemacht über die Möglichkeit, auf mechanischem Wege zu dispergieren, konnte jedoch erst vor einiger Zeit damit an die Öffentlichkeit treten, nachdem ich durch meine Ultra-Filterpresse — welche als Gegenstück zu der Kolloidmühle zu betrachten ist — in die Lage gesetzt war, alle Schwierigkeiten in einfachster Weise zu überwinden.

Die Ultra-Filterpresse arbeitet automatisch ohne Filtertücher und kann die kolloidalen Lösungen ohne jegliche Wärmeanwendung nahezu kostenlos bis zur Pastendicke einengen. Wegen Zeitmangels ist es mir leider nicht möglich, auf diesen Apparat hier näher einzugehen. Nur so viel noch — die gesättigte Söldispersion wird kontinuierlich durch die Ultra-Filterpresse gegeben — wobei einerseits eine pastenartige, kolloide Masse und andererseits das Dispersionsmittel zurückgewonnen wird.

In der letzten Zeit ist es nun bei weiteren Versuchen gelungen, eine erhebliche Verbesserung hinsichtlich des Dispergierens als auch hinsichtlich der Herstellung von konzentrierten Dispersionen zu erzielen. Hierdurch wird die Wirksamkeit der Kolloidmühle gewaltig gesteigert. Es wurde die Beobachtung gemacht, daß gewisse Substanzen in geringen Mengen zugesetzt beim Dispergieren beschleunigend wirken.

Unter Dispersionsbeschleunigern verstehe ich Substanzen, welche katalytisch die Dispergierungsgeschwindigkeit befördern. Ich bringe diese Stoffe mit den chemischen Katalysatoren in Vergleich, welche, ohne selbst verändert oder verbraucht zu werden, die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen zu beschleunigen vermögen. Ich habe gefunden, daß in ähnlicher Weise auch die Dispersionsbeschleuniger wirken. Da das Wort Dispersionsbeschleuniger zu lang ist und nicht vollkommen den Sinn ausdrückt, habe ich vorgeschlagen, solche Stoffe kürzer und treffender „Dispersatoren“ zu nennen. Die als Dispersatoren verwendbaren Substanzen lassen sich, wie sich durch monatelange Versuche herausgestellt hat, in drei Gruppen einteilen.

1. Chemische Mittel, welche fähig sind, das Dispersionsgut ohne Bildung von Elektrolyten aufzulösen.

Als Beispiel sei angeführt: Beim Dispergieren von Phenolkondensationsprodukten mit Benzol oder Wasser kann Alkohol oder Aceton als Dispersator dienen.

2. Chemische Mittel, welche mit dem Dispersionsgut eine labile, chemische Verbindung mit kolloidalen Eigenschaften einzugehen vermögen, als Beispiel sei Ätzalkali angeführt, welches mit Fetten, Öl oder Eiweißkörpern, Zellstoff usw. kolloide Substanzen labiler Natur liefern usw.

3. Stoffe, welche fähig sind, mit chemisch indifferenten Substanzen komplexe Verbindungen labiler Natur zu liefern, aber nicht fähig sind, im gegebenen Dispersionsmittel freie Ionen zu bilden.

Als Beispiel sei Tanninsäure als Dispersator beim Dispergieren von Kohle und Graphit genannt. Es ist anzunehmen, daß sich hier, wie auch Prof. Pauli angibt, eine komplexe Verbindung zwischen dem Wasser als Dispersionsmittel einerseits und dem unlöslichen Graphit-Dispersoid andererseits über Tanninsäure als ionogenes Molekül bildet. Das unlösliche Graphit-Dispersoid scheint die Neigung zu besitzen, durch Anlagerung eines ionogenen Moleküls sich in geladene Teilchen zu verwandeln, was den Zusammentritt mit anderen, ähnlichen zur Folge hat, so daß Kolloidkomplexe auftreten können. Ob diese Annahme richtig ist, kann noch nicht als völlig bewiesen gelten, doch bliebe es ohne diese Hypothese unerklärlich, aus welchem Grunde Tanninsäure und einige andere Stoffe als Dispersatoren wirken können bei der Dispersion von chemisch inerten Substanzen.

(Schluß folgt.)

Eingelaufene Bücher.

Berichte über die Verhandlungen der sächsischen Akademie der Wissenschaften. 73. Band. Heft 1. Mit 19 Textfig. Leipzig 1921. Verlag von B. G. Teubner. geh. M 3,60

Dierbach, Dr. R., Der Betriebs-Chemiker. Ein Hilfsbuch für die Praxis der chemischen Fabrikbetriebe. 3. Aufl. Von Dr.-Ing. Br. Waeser. Verlag von Julius Springer. 1921.

Fahrion, Dr. W., Die Härtung der Fette. 1921. Verlag von Diess. geh. M 14,— u. Teuerungszuschl.

Freund, Prof. A., Technik. Ihre Grundlagen zum Verständnis für Alle. Mit 39 Abb. Leipzig 1921. Verlag von H. A. Ludwig Degener.

Gärtner, Prof. Dr. A., Weyls Handbuch der Hygiene. 2. Aufl. 7. Band. Besonderer Teil. 7. Abteilung. Mit 74 Abb. im Text. Leipzig 1921. Verlag von Joh. Ambrosius Barth.

Subskriptionspreis M 62,—, Einz.-Pr. M 78,25

Geibert, Dr. R., Dipl.-Ing., Der Betrieb von Generatoröfen. München 1921. Verlag von Oldenbourg. kart. M 13,—, geh. M 11,—

Gerlach, W., Die Experimentellen Grundlagen der Quantentheorie. Leipzig 1921. Verlag von S. Vieweg.

Guertler, Prof. Dr. W., Metallographie. 1. Band. II. Teil. Heft 3. Berlin 1921. Gebrüder Borntraeger Verlag. kart. M 39,—

Göldner, H., Güldners Kalender und Handbuch für Betriebsleitung und prakt. Maschinenbau. 29. Jahrgang. 1. u. 2. Teil. Mit etwa 500 Textfig. Herausgegeben von Prof. A. Freund. Leipzig 1921. Verlag von H. A. Ludwig Degener. geh. M 7,50 u. 100% Zuschl.

Hantzsch-Reddellen, Die Diazoverbindungen. Berlin 1921. Verlag von Jul. Springer. geh. M 39,—

Herzberg, Prof. W., Papierprüfung. 5. Aufl. Mit 95 Textfig. und 23 Tafeln. Berlin 1921. Verlag von Jul. Springer. geh. M 100,—

Höhn, E., Über Dampfmesser. Schweiz 1921. Verlag vom Schweizerischen Dampfkesselbesitz-Verein.

Höhn, E., Die Versenkung flüssiger Brennstoffe. Schweiz 1921. Verlag vom Schweizerischen Dampfkesselbesitz-Verein.

Kossel, Dr. A., Leitfaden für medizinisch-chemische Kurse. 8. Aufl. Berlin W 62. 1921. Verlag von Fischers med. Buchhandlung H. Kornfeld. geh. M 13,—

Kroll, Prof. M., Lehrbuch der Elektrotechnik. 3. Aufl. Mit 613 Abb. im Text. Leipzig und Wien 1921. Verlag von Fr. Deuticke. geh. M 50,—

Leberle, Dr. H., Die Bierbrauerei. I. Teil. Mit 44 Textabb. 4. Band. Stuttgart 1921. Verlag von F. Enke. geh. M 54,—

Litinsky, L., Die Nebenproduktenkokerie in Südrußland. Leipzig und Berlin 1921. Verlag von B. G. Teubner. geh. M 10,50

Loewenhardt, Prof. E., Präparat. O. Lehrbuch der Chemie für höhere Schulen. Leipzig 1921. Verlag von B. G. Teubner. geh. M 29,70

Loewenthal, Dr. R., Handbuch der Färberei von Spinnfasern. 1. Bd. 3. Aufl. Mit 88 Abb. Berlin C 19. 1921. Verlag von W. & S. Loewenthal.

Mathiesen, W., Untersuchungen über den elektrischen Lichtbogen. Mit 110 Abb. und 30 Zahltafeln im Text. Leipzig 1921. Kommissionsverlag von E. Haberland.

Mayer, Prof. Dr. Fr., Chemie der org. Farbstoffe. Mit 5 Textfiguren. Berlin 1921. Verlag von Jul. Springer.

Molisch, H., Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. Jena 1921. Verlag von G. Fischer. brosch. M 40,—, geb. M 48,—

Rassow-Schmidt, Jahresbericht der chemischen Technologie für das Jahr 1920. Leipzig 1921. Verlag von Joh. Ambrosius Barth.

Roedder, O. C., Nacht und Morgen der Weltwirtschaft. Chemnitz 1921. Verlag von Vogel & Seiler.

Rosenbusch-Wülffing, Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine. Band 1. Erste Hälfte. 1. Lieferung. Mit 192 Fig. im Text und einer farbigen Tafel. Stuttgart 1921. Verlagsbuchhandlung E. Schweizerbart. geh. M 80,—

Rüst, Dr. E., Warenkunde und Industrielehre. 1.—3. Tausend. Mit 437 Abb. im Text und 63 Abb. auf Tafeln. Zürich 1921. Verlag von Rascher & Co. geh. M 60,—

Schläpfer, Dr., Technische und wirtschaftliche Mitteilungen über amerikanische Brennstoffe. Zürich 1921. Fachschriftenverlag und Buchdruckerverlag.

Study, E., Denken und Darstellung. Sammlung Vieweg. Heft 59. Braunschweig 1921. Fr. Vieweg & Sohn. geh. M 3,20 u. T.-Z.

Verein deutscher Eisenhüttenleute, Gemeinfaßliche Darstellung des Eisenhüttenwesens. 11. Aufl. Düsseldorf 1921. Verlag Stahleisen. geh. M 60,—

Personal- und Hochschulschnachrichten.

Die Stadt Würzburg hat dem Physiker Professor K. Röntgen in München das Ehrenbürgerrecht verliehen.

Den Lindbom-Preis der Akademie der Wissenschaften in Stockholm erhielten Prof. S. Odén und C. Lönnqvist. — Prof. H. v. Euler, Stockholm wurde der Letherstedt author's Preis verliehen.

Dr. R. Koetschau, Fabrikdirektor der Mineralölwerke Albrecht & Co., Hamburg-Kl. Grassbrook, erhielt für das kommende Wintersemester einen Lehrauftrag für chemische Technologie an der Hamburgischen Universität.

Dr. Aufhäuser, beedigter Handelschemiker und Inhaber der Thermochemischen Prüfungs- und Versuchsanstalt Hamburg wurde von der Schwedischen Akademie der Ingenieur-Wissenschaft in Stockholm aufgefordert, in Stockholm, Helsingborg und Goeteborg Vorträge über seine Theorie „Brennstoff und Verbrennung“ zu halten.

Prof. R. A. Dutcher verläßt seinen Posten als Vorstand der biochem. Abt. der Universität Minnesota, um Vorstand der agrökulturchemischen Abt. des Pennsylvania College of Agriculture zu werden.

Dr. A. Fürth, bisher erster Chemiker der städtischen technischen Werke in Leipzig, ist in die Dienste der Werschen-Weißenfelder Braunkohlen-Aktien-Gesellschaft getreten.

Es wurden berufen: Prof. Dr. Danekwottt, Greifswald, an die Tierärztliche Hochschule in Hannover als Nachfolger von Prof. Dr. Arnold.