Emulsionen und Emulgierung.

Prof. F. G. Donnan, C. B. E., F. R. S., eröffnete in dieser Sektion die Diskussion über diesen Gegenstand.

Emulsionen können als Systeme definiert werden, in welchen eine Flüssigkeit in einer zweiten in Form kleiner Kügelchen dispergiert ist.

Verdünnte Emulsionen können durch langanhaltendes Schütteln von reinen, flüssigen Kohlenwasserstoffen mit reinem Wasser in Quarzgefäßen hergestellt werden. Derartige Emulsionen besitzen oft einen hohen Grad von Stabilität, der der Bildung einer, das Zusammenfließen der Teilchen hindernden, elektrischen Doppelschicht zugeschrieben werden muß. Solche Emulsionen zeigen, angenähert, alle charakteristischen Eigenschaften der Suspensionskolloide. Untersuchungen haben gezeigt, daß die Grenzflächenpotentialdifferenz und die ihr entsprechende Stabilität der Emulsion durch positive und negative Ionen sowie entgegengesetzt geladene Kolloide in gleicher Weise beeinflußt wird wie bei entsprechend geladenen Suspensionskolloiden.

Die Emulgierung wird durch die Anwesenheit einer dritten Substanz, die eine Schutzhülle oder -membran um die Kügelchen der dispergierten Flüssigkeit bildet, sehr gefördert. Derartige Substanzen müssen immer dann verwendet werden, wenn es sich darum handelt, Emulsionen in stärkeren Konzentrationen herzustellen. Stoffe, welche die Grenzflächenspannung herabsetzen und daher die Tendenz zeigen, sich an oder in der Grenzfläche zu konzentrieren, wie etwa die Seifen, wirken als ausgezeichnete Emulgentien. Ebenso fördern viele kolloide Substanzen wie Gummi, Gelatine usw., die Emulgierung und finden daher weitgehende praktische Verwendung.

Pickering verwendete basische Salze von Kupfer, Eisen usw. als emulgierende Agentien und selbst Substanzen wie Ruß und Lampenschwarz wurden in manchen Fällen mit Erfolg verwendet. Die Erscheinungen der Grenzflächenadsorption und -konzentration mit der sie begleitenden Bildung schützender Häutchen und Membranen spielen eine sehr große Rolle bei der Bildung und Stabilisierung der meisten Emulsionen, wenn auch Einflüsse, die auf die elektrische Doppelschicht und die elektive Adsorption von Ionen zurückzuführen sind, nicht vernachlässigt werden dürfen.

Eine Zeitlang dachte man, daß das enge Nebeneinanderbestehen gleicher Kügelchen der Flüssigkeitsmenge, die in einer anderen emulgiert werden kann, eine obere Grenze setzen würde. Spätere Arbeiten zeigten, daß dies nicht der Fall ist. Sehr interessant ist die „Umkehrung“ einer Emulsion, d. h. der Austausch der Rolle der dispergierten Flüssigkeit mit der kontinuierlichen Phase bei weiterem Zusatz der ersteren. Diese plötzliche Aenderung des Emulsionstypus kann leicht durch plötzliche Aenderung der elektrischen Leitfähigkeit erkannt werden. Bei Emulsionen von Kohlenwasserstoffen und fetten Ölen in Wasser mit Hilfe von Seife zeigte sich, daß die Lage des Umkehrungspunktes und die Natur der als Dispersionsmittel fungierenden Flüssigkeit zum Teil von den Elektrolyten bestimmt wird. Zwei- und dreiwertige Kationen haben die Tendenz, das Öl zum Dispersionsmittel, einwertige Kationen und besonders Alkalihydroxyde es zur dispersen Phase zu machen. Die diese Erscheinungen beherrschenden physikalischen Faktoren sind noch nicht vollständig aufgeklärt.

Die Untersuchung der Emulsionen hat viel Licht auf die Erscheinungen in kolloiden Systemen geworfen, wenn auch die bedeutendere Größe der dispersen Teilchen und die entsprechende verminderte Intensität der Brown'schen Bewegung, selbst die feinsten Emulsionen, in vielen wichtigen Beziehungen von den kolloiden Systemen scheidet.

Kolloidchemische Probleme in der Margarineindustrie.

Von William Clayton, M. Sc.

a) Faktoren, welche vom Grade und der Art der beim Mischen verwendeten Bewegung abhängen. — Margarine ist ein Ersatzmittel für Butter, in welchem gewisse tierische und pflanzliche Fette und Öle die Stelle des Butterfettes vertreten. Die Öle und

Fette werden in bestimmten, von der Qualität des gewünschten Endproduktes abhängigen Mengenverhältnissen zusammengeschmolzen und mit gesäuerter Milch durch Schütteln emulgiert. Die Emulsion wird nun, entweder mittelst eiskalter Wasserstrahlen oder durch Fließen über

gut gekühlte Drehtrommeln, rasch abgekühlt und das gewonnene Produkt in jedem Falle mit geeigneten Knetvorrichtungen bis zur Erreichung der Konsistenz und Beschaffenheit von Butter bearbeitet.

Die Margarinefabrikation bietet in mehrfacher Hinsicht ein ausgezeichnetes Feld für kolloidchemische Untersuchungen und zwar insbesondere für solche an sowohl festen als flüssigen Emulsionen. Ueber feste Emulsionen, wie Butter und Margarine, ist praktisch eigentlich nichts veröffentlicht worden und was flüssige Emulsionen anlangt, so hat sich die Praxis der Margarinefabrikation mehr an empirische Regeln als an die Ergebnisse der physikalischen Chemie gehalten.

Im folgenden wollen wir uns mit folgenden drei Hauptpunkten der Margarinefabrikation beschäftigen: 1. Mit den Faktoren, welche von dem Grade und der Art der beim Mischen verwendeten Bewegung, 2. mit solchen, welche von den verwendeten pflanzlichen und tierischen Fetten und Oelen und 3. mit solchen, welche vom Wasser, der Milch und anderen verwendeten Zusätzen abhängig sind.

Die Hauptsache bei der Herstellung einer Margarine von butterartiger Beschaffenheit ist die Herstellung einer stabilen und entsprechend phasigen Emulsion, die 77—84 Proz. Fett und 23—16 Proz. Wasser (Milchserum) enthält. Die verwendete Milch hat eine Temperatur von 7° C. Vor dem eigentlichen Kühlen wird die Emulsion auf 24° C abgekühlt, wodurch eine dicke, rahmartige Emulsion von sehr vermehrter Stabilität erhalten wird. Die größere Stabilität ist auf die Erhöhung der Viskosität zurückzuführen²⁾. Zweck der Kühlung ist es nun, den erreichten feinen Zerteilungszustand der Emulsion zu fixieren und beim Ueberführen in den festen Zustand zu erhalten. Jedes „Brechen“ der Emulsion würde zu nichtemulgiertem Fett und damit zu einer unbefriedigenden Beschaffenheit des Endproduktes führen.

In der Margarineindustrie werden zwei Typen von Emulgierungsmaschinen allgemein verwendet. Die erste Type besteht im wesentlichen aus einem mit einem Mantel versehenen Behälter; durch Zirkulation von heißem und kaltem Wasser kann die Temperatur geregelt werden. Zuerst wird Milch in den Behälter eingelassen und dann langsam die Oelmischung

eingeführt, wobei z. B. mittelst eines Rührwerkes von rasch rotierenden Platten eine ständige Bewegung unterhalten wird.

Es ist von ganz wesentlicher Bedeutung, daß das Oel in die Milch rinnt und nicht umgekehrt³⁾. Auf diese Weise wird eine fein zerteilte Emulsion vom „Oel-in-Wasser“-Typus erhalten, die beim Abkühlen auf 24° C (unter beständigem Rühren) einen bemerkenswerten Grad von Beständigkeit erlangt. Je langsamer das Oel zuläuft, um so bessere Resultate erhält man.

Befindet sich aber das Oel im Behälter und läßt man die Milch einlaufen, so erhält man eine Emulsion vom Typus „Wasser-in-Oel“. Dasselbe erreicht man, wenn beide Phasen (etwa 80 Proz. Oel und 20 Proz. Milch) gleichzeitig ohne Durchmischen in den Behälter kommen und nun erst das Rührwerk in Tätigkeit gesetzt wird. Eine derartige Emulsion ist jedoch nicht stabil. Sobald die Rührbewegung eingestellt wird, erfolgt eine Trennung in Schichten, denn die Natur der anwesenden emulgierenden Agentien, d. h. der Milchkolloide, erfordert das entgegengesetzt phasige System. Natürlich kann durch irgendeine der in der Margarineindustrie üblichen Kühlmethoden auch dieses „Wasser-in-Oel“-System „fixiert“ werden, aber auch dann sind die erhaltenen festen Emulsionen von wenig befriedigender Beschaffenheit.

Die zweite Type der Emulgiermaschinen bezweckt eine kontinuierliche Herstellung von Emulsionen bei gleichzeitiger Ersparnis von Raum, Zeit und Kraft. Bei diesen fließen Oel und Milch gleichzeitig in eine Kammer mit Thermoregulation, wo durch eine entsprechende Rührvorrichtung die innige Mischung der Flüssigkeiten bewirkt und aus welcher die so gebildete Emulsion im kontinuierlichen Strome abfließt⁴⁾. Es ist ohne weiteres klar, daß bei dieser Methode die Freiheit der Kontrolle der physikalischen und mechanischen Faktoren nicht in dem Maße gewährleistet wird, wie bei der zuerst erwähnten älteren Methode. Nach meiner Erfahrung kann selbst bei Einhaltung der rein chemisch-physikalischen Vorbedingungen verschiedene mechanische Behandlung sowohl eine Emulsion vom „Oel-in-Wasser“-Typus als

³⁾ Blichfeldt, Eng. Pat. 4505 (1912).

⁴⁾ Wohlbekannte Typen kontinuierlicher Emulgiermaschinen: Schröder, Eng. Pat. 25404 (1905); Deutsch. Pat. 309717 (1917); Risberg, Eng. Pat. 25890 (1907); Silkeborg, Eng. Pat. 4657 (1914); Blichfeldt, Eng. Pat. 18048 (1914); Leitch, U. S. Pat. 1266501 (1918).

¹⁾ W. Clayton, Theory of Emulsions and Margarine Churning (Margarine Journal 2, 13, 503 1920).

²⁾ Hillver, Journ. Amer. Chem. Soc. 25, 513 (1903).

eine vom „Wasser-in-Oel“-Typus liefern. Mitunter kann der Durchgang einer Margarineemulsion vom „Oel-in-Wasser“-Typus, durch einen kontinuierlichen Rührkessel (in welchem Scheiben mit einer Umdrehungszahl von 1500 pro Minute eine heftige Bewegung bewirken), den Emulsionstypus vollständig umkehren. Wahrscheinlich spielen bei derartigen Umkehrungen Volumsfaktoren eine bedeutende Rolle.

Die Natur der festen Margarineemulsion kann durch Sudanfärbung und mikroskopische Untersuchung⁵⁾ oder mittelst der Briggs'schen⁶⁾ Methode festgestellt werden; bei letzterer wird ein kleines Stück Margarine in Baumwollsaamenöl bei 15° C eingebracht; Margarine vom „Wasser-in-Oel“-Typus löst sich darin langsam auf, während der entgegengesetzte Typus unverändert bleibt. Vom Verfasser⁷⁾ wurde auch eine elektrische Methode vorgeschlagen, ausgehend von dem Gedanken, daß eine Emulsion vom „Oel-in-Wasser“-Typus eine geringe Leitfähigkeit haben müsse, während der „Wasser-in-Oel“-Typus praktisch nicht leitend sein dürfte. Daß diese Methode tatsächlich angängig ist, haben kürzlich Sherrick⁸⁾ und Bhatnagar⁹⁾ gezeigt.

Die Wirkungen verschiedener Bewegungsarten und ihrer Intensität auf eine Mischung von Oel und einer wässerigen Phase verdienen eine stärkere Beachtung, als ihnen bisher gewidmet wurde. Zweifelsohne kann durch Bewegung eine Emulsion sowohl gebildet als „gebrochen“ werden. So fand Sheppard¹⁰⁾ bei der Emulgierung von Nitrobenzol in Schwefelsäure, daß „die Deemulgierung durch langsames Schütteln, in einigen Fällen sogar durch bloße Vibration beschleunigt wurde, während etwas rascheres Schütteln zur Wiederemulgierung und Bildung eines stabilen Systems führte“. Der Einfluß der Vibration wurde auch von Ayres erwähnt¹¹⁾, welcher auch ein Beispiel einer Emulsion anführt, die so stabil war, daß sie der Trennung in einer Zentrifuge Widerstand leistete, hingegen durch die Vibration, der sie beim Eisenbahntransport ausgesetzt war, deemulgiert wurde.

Im allgemeinen trachtet man die Mischungen (von Milch und Oel) möglichst heftig zu rühren. Eine derartige Bewegung führt, so wird behauptet, zur Bildung sehr kleiner Kügelchen, was für die Erreichung einer stabilen Emulsion höchst wünschenswert ist. Eine empirische Grenze ist demnach nur für den Grad der Rührung der Emulsion gegeben. Für jede Type von Emulgiermaschinen dürfte ein Optimum des Bewegungsgrades möglich sein, das die Bildung eines sehr stabilen Systems begünstigt.

Schütteln ist eine unvollkommene Methode der Emulgierung, da mit dem Fortschreiten der Emulgierung die zerteilende Wirkung zwischen den relativ schweren und leichten Teilchen immer schwächer wird, während diese doch vergrößert werden sollte. Briggs¹²⁾ zeigte kürzlich, daß „intermittierendes Schütteln weitaus wirksamer ist als ununterbrochene Bewegung“, und daß „intermittierendes Schütteln sechshundert-, ja auch tausendfach wirksamer sein kann als ununterbrochene, gleichmäßig heftige Bewegung“. Aus seinen Ergebnissen würde hervorgehen, daß der ideale Emulgierungsprozeß ein solcher wäre, bei dem die disperse Phase möglichst vollständig zerteilt werden würde, das kontinuierliche Medium aber möglichst ungeteilt bliebe. Es scheint mir, daß kontinuierliches Schütteln gleich gute Resultate wie intermittierendes liefern würde, wenn man Sorge dafür trüge, die emulgierten Anteile kontinuierlich zu entfernen, so daß die Energie des Schüttelns sich auf den zurückbleibenden Rest konzentrieren könnte.

b) Faktoren, welche von den verwendeten Fetten und Oelen abhängen. — Die festen, in der Margarineindustrie verwendeten Fette sind Stearin (Schm.-P. = 50° C), Rindsfett (48° C), Olein (30° C), Schweinefett (33° C), Palmkernöl (28° C) und Kokosnußöl (25° C), während als flüssige Fette Baumwollsaamen-, Arachis-, Soya-, Rüb-, Sesamöl usw. Verwendung finden. Eine Margarinemischung kann drei bis sechs dieser Fette in solchen Proportionen enthalten, daß ein Schmelzpunkt von ca. 26° resultiert.

Zum Zwecke der Feststellung, ob diese verschiedenen Komponenten gleich leicht emulgierbar sind oder ob es möglich wäre, durch geeignete Wahl bestimmter Oele und Fette eine Margarinemischung zu erhalten, die leichter Emulsionen von größerer Stabilität als gewöhn-

⁵⁾ T. B. Robertson, Koll.-Zeitschr. **7**, 7 (1910).

⁶⁾ Briggs, Journ. Phys. Chem. **19**, 478 (1915).

⁷⁾ W. Clayton, Brit. Assoc. Kolloid Reports **2**, 114 (1918); J. S. C. I. **38**, 113–118 T (1919).

⁸⁾ Sherrick, Journ. Ind. Eng. Chem. **12**, 135 (1920).

⁹⁾ Bhatnagar, Journ. Chem. Soc. 1920, 542.

¹⁰⁾ S. E. Sheppard, Journ. Chem. Chem. **23**, 634 (1919).

¹¹⁾ Ayres, Journ. Soc. Chem. Ind. **35**, 678 (1916).

¹²⁾ J. F. Briggs, Journ. Phys. Chem. **24**, 120 (1920).

lich ergibt, wurden eigene Versuche ausgeführt. Mit Hilfe der Donnan'schen Tropfpipette wurden mit verschiedenen Oelen und Fetten bei verschiedenen Temperaturen zahlreiche Tropfenzahlbestimmungen gegen Wasser ausgeführt¹³⁾.

Zunächst wurde beobachtet, daß in den Tropfenzahlen dieser Oele und Fette z. B. bei 35° gegen reines Wasser nur geringe Differenzen bestehen. Folgende Zahlen wurden wiederholt erhalten:

Palmkernöl . . . 74	Schweinefett . . . 59
Butterfett . . . 71	Olein . . . 66
Baumwollsaamenöl . 65	Arachisöl . . . 66
Kokosnußöl . . . 61	Soyabohnenöl . . 68

Die Wirkung der freien Fettsäuren in genußfähigen Oelen ist gering. Viele Proben flüssiger Oele mit einem freien Fettsäuregehalt von 0,05 — 0,5 Proz. (Oelsäure) lieferten die normalen Zahlen. Die untersuchten Kokosnußöle und Palmkernöle hatten einen Gehalt an freier Fettsäure (wie Laurinsäure) von 0,05—0,08 Proz. Ein Kokosnußöl, das noch nicht so weit gereinigt war wie das gewöhnliche, genußfähige, bei der Margarineerzeugung verwendete Öl und das einen deutlichen Kokosnußgeruch besaß, hatte einen Gehalt von 1,85 Proz. an freier Laurinsäure und die Tropfenzahl bei 35° betrug 73 an Stelle der normalen Zahl 61.

Wirkung der Temperatur auf die Tropfenzahl.

	Grad C	Tropfen
Arachisöl gegen Wasser . . .	25,5	66
	46,0	65
	50,0	64
Baumwollsaamenöl gegen Wasser	27,5	65
	35,0	65
	50,0	63
Kokosnußöl gegen Wasser . . .	30	69
	35	61
	50	65
Palmkernöl gegen Wasser . . .	30	73
	35	74
	50	61
Soyabohnenmehl gegen Wasser .	35	68
	50	68,5
Schweinefett gegen Wasser . . .	35	59
	50	66
Olein gegen Wasser	35	66
	50	69

Die Temperatur hat keinen bedeutenden Einfluß auf die Grenzflächenspannung, was in

¹³⁾ W. Clayton, Margarine (Longmans) 1920, 36.

Uebereinstimmung mit den Ergebnissen Meunier's und Maury's¹⁴⁾ ist, obwohl dieselben mit ganz anderen Oelen arbeiteten.

Brunnenwasser lieferte dieselben Resultate wie destilliertes.

c) Faktoren, die vom Wasser, der Milch und anderen Zusätzen abhängen. — Es ist üblich, der Margarine während des Schlußstadiums der Mischung Salz zuzusetzen. Bei Verwendung der vom Autor erfundenen Maschine zur kontinuierlichen Margarineerzeugung¹⁵⁾ wird das Salz in Lösung während der Emulgierung zugesetzt. Tropfenzahlbestimmungen lehren, daß NaCl die Dispersion von Fetten und Oelen in Wasser befördert. So ergab bei 35° C:

Kokosnußöl:	Butterfett:
in Wasser 61 Tropfen	in Wasser 72 Tropfen
„ 1 Proz. NaCl 65,5 „	„ 1 Proz. NaCl 80 „
„ 2 „ NaCl 70 „	„ 2 „ NaCl 84,5 „
„ 3 „ NaCl 74 „	„ 3 „ NaCl 87,5 „

Bei einer 13prozentigen NaCl-Konzentration (die Konzentration bezogen auf die wässrige Phase) wurden keine Tropfenzahlen mehr bestimmt, da die Tropfen wurstförmige Form annehmen.

Die Erklärung, warum NaCl, welches Emulsionen von Öl in Seifenlösungen „bricht“, die Dispersion in reinem Wasser begünstigt, scheint darin zu liegen, daß infolge überwiegender Adsorption von Cl⁻-Ionen an der Öl-Wassergrenzfläche Aetznatron gebildet wird, welches mit den freien Fettsäuren des Oels eine Seife bildet. Es wurden zwei Proben von Kokosnußöl bei 35° C untersucht. Die eine hatte einen freien Fettsäuregehalt von 0,07 Proz., die andere von 1,85 Proz. In einer einprozentigen NaCl-Lösung lieferten sie Tropfenzahlen von 65,5 bzw. 79. Versuche in der Praxis haben auch tatsächlich ergeben, daß Salze (in einer Konzentration von 2 Proz. bezogen auf die gesamte Margarine oder 13 Proz. bezogen auf die wässrige Phase) tatsächlich die Emulgierung fördern.

Häufig werden bei der Margarinefabrikation zur Milch und zum Öl emulgierende Agentien zugesetzt und es bestehen auch zahlreiche Patente für derartige Zusätze, wie Eidotter, Lezithin, Gelatine, Glyzerin, Albumin usw. Ausgezeichnet ist in dieser Beziehung die Wirkung von Gelatine. Palmkernöl liefert in Wasser bei 30° C eine Tropfenzahl von 73, in 1 Proz.

¹⁴⁾ Meunier u. Maury, Collegium 1910, 277, 285.

¹⁵⁾ W. Clayton u. Nodder, Eng. Pat. 147257 (1920).

Gelatinelösung eine solche von 120. Zwei Oelproben bei 25° C ergaben folgende Zahlen:

Baumwollsaamenöl:			
in Wasser		66 Tropfen	
„ 0,25 Proz. Gelatine		124	„
„ 0,50 „	„	137	„
„ 1,0 „	„	143	„
„ 2,0 „	„	149	„
„ 3,0 „	„	149,5	„
„ 4,0 „	„	150	„

Arachisöl:			
in Wasser		66 Tropfen	
„ 0,5 Proz. Gelatine		140	„
„ 1 „	„	148	„
„ 2 „	„	155	„
„ 3 „	„	163	„

Die graphische Darstellung für Baumwollsaamenöl zeigt eine maximale Wirkung bei 3 Proz. angedeutet; jedoch bedarf dies noch weiterer Untersuchung.

Es ist klar, daß noch eingehende Untersuchungen nötig sind, ehe unsere Kenntnis der Margarineemulsion eine vollständige sein wird. Diese dürfte das komplizierteste Emulsionssystem

der industriellen Praxis vorstellen. Die Oele und Fette werden (von Spezialfällen, z. B. „Pastetenmargarine“, abgesehen) nicht mit bloßem Wasser, sondern mit Milch emulgiert und diese Milch wird mittelst Milchsäurebakterien künstlich angesäuert. In einer solchen Milch sind daher Milchsäure, Milchkolloide, Laktose und feste Klümpchen von Kasein enthalten. Welches die Wirkung dieser Substanzen auf die Emulsion ist, wird Aufgabe künftiger Untersuchungen sein.

Vorläufige Untersuchungen haben ergeben, daß Milchsäure eine schwach dispergierende Wirkung, Laktose eine ausgesprochenere Wirkung im gleichen Sinne besitzt. So ergab Kokosnußöl gegen Wasser bei 30° eine Tropfenzahl von 69, gegen 1 Proz. Laktoselösung eine solche von 116. Eine derartiges Resultat ist ganz unerwartet und erfordert nähere Untersuchung.

Zum Schluß danke ich der Firma Calder's Margarine Co., Ltd. (Liverpool) für die Gewährung jeder Förderung bei Ausführung meiner Versuche.

Phasenumkehr in Emulsionen und Fällung in Suspensoiden durch Elektrolyte.

Von Shanti Swarupa Bhatnagar*).

F. G. Donnan¹⁾ zeigte schon im Jahre 1899 die zwischen Emulsionen und kolloiden Lösungen bestehende Aehnlichkeit. Weitere Arbeiten von Ellis²⁾ und Lewis³⁾ haben bestätigt, daß neutrale Oelemulsionen sich wie typische Suspensionskolloide verhalten. Die Forschungen Hatschek's⁴⁾ über den Elektrolyteinfluß auf Emulsionen, deren disperse Phase und Dispersionsmittel die gleiche Dichte hatten, zeigen abermals die Aehnlichkeit. Es wurde jedoch gefunden, daß die neutralen Oelemulsionen auf Elektrolyteinwirkungen nicht besonders empfindlich sind.

Was die Studien über die Elektrolyteinwirkungen in Seifenemulsionen betrifft, so wurden sie, da letztere niemals frei von Elektrolyten sind, von verschiedenen Forschern mit Zurückhaltung betrachtet. Soweit es dem Autor bekannt ist, wurde die einzige diesbezügliche

Arbeit von Clowes⁵⁾ geliefert. Die Untersuchungen sind jedoch auf eine besondere Art von Emulsionen beschränkt und die Genauigkeit der quantitativen Daten ist, wie er selbst sagt, nur annähernd, da die Bestimmung des Umwandlungspunktes einer Oel-Wasseremulsion in eine Wasser-Oelemulsion sehr schwierig ist.

Es sind zwei Methoden zur Bestimmung der Emulsionsart in Verwendung: Die „Farbenindikator“-Methode von Robertson und die Tropfenmethode von Briggs. Bei der ersteren wird ein öllöslicher Farbstoff, wie Sudan III, verwendet. In einer Emulsion von Oel in Wasser bleibt dann die Farbe mit den Oelpartikelchen verbunden, während in einer Emulsion von Wasser-in-Oel das Dispersionsmittel gefärbt ist und in beiden Fällen eine mikroskopische Prüfung die Art der Emulsion erkennen läßt. — Diese Methode wurde von Newmann⁶⁾ als ungenügend bezeichnet und es ist auch wahrscheinlich, daß durch die Anwesenheit von Substanzen, wie Sudan III, der

*) Uebersetzt von Franz Sekera (Wien).

¹⁾ F. G. Donnan, Zeitschr. f. physik. Chem. 31, 42 (1899).

²⁾ R. Ellis, Zeitschr. f. physik. Chem. 78, 321 (1911).

³⁾ W. C. M. C. Lewis, Koll.-Zeitschr. 4, 211 (1909).

⁴⁾ E. Hatschek, Koll.-Zeitschr. 9, 159 (1911).

⁵⁾ Clowes, Journ. Phys. Chem. 20, 445 (1916).

⁶⁾ F. Newmann, Journ. Phys. Chem. 18, 34 (1914).