

# ÜBER DIE STABILITÄT UND STRUKTURELLE EIGENSCHAFTEN DER ORGANOSUSPENSIONEN. I

## Sedimentation organophiler Bentonitsuspensionen in reinen organischen Flüssigkeiten

Von F. SZÁNTÓ und S. VERES

Kolloidchemisches Laboratorium der Universität Szeged

(Eingegangen am 15. September 1962)

Es wurde die Sedimentationsgeschwindigkeit und Sedimentvolumen von organophilen Bentonitsuspensionen („*Bentone 34*“) in verschiedenen Flüssigkeiten untersucht. Es wurde festgestellt, daß die Sedimentation in Nitrobenzol, in Tetrachlorkohlenstoff, in Zyklohexan, in den Alkoholen, sowie in Anilin, Pyridin und Azeton einen diffusen Charakter zeigt, während es in Benzol und Chlorbenzol mit einer scharfen Grenzfläche erfolgt. Im letzten Falle baut sich aus den organophilen Bentonitteilchen eine typische HOFMANNsche Kartenhausstruktur auf. In Nitrobenzol zeigt der organophile Bentonit eine besonders hohe Stabilität. Das läßt sich durch die Polarität und orientierte Adsorption des Nitrobenzols nicht erklären; vielmehr müssen wir annehmen, daß zwischen dem Nitrobenzol und der Oberfläche des organophilen Montmorillonits eine besondere Wechselwirkung existiert. Auf Grund unserer Untersuchungen gelangten wir zu der Folgerung, daß die HOFMANNsche Kartenhaustheorie auch auf organophile Bentonite anwendbar ist, und der Peptisationsgrad, sowie die zwischen den Teilchen wirkenden Adhäsionskräfte sind die Faktoren, wodurch die Stabilität der Suspensionen *bzw.* die Struktur der Sedimente determiniert wird.

### I. Einleitung

Es ist charakteristisch für die besonders grosse praktische Bedeutung der Makromolekülen, daß die über die Organ dispersionen vorliegenden Abhandlungen vorwiegend die Eigenschaften und Gesetzmäßigkeiten der Lösungen von riesenmolekularen Stoffen behandeln. Verhältnismäßig klein — wenn auch rasch zunehmend — ist die Anzahl der Arbeiten, die sich mit dem Verhalten von festen Teilchen in organischen Medien, mit den Gesetzmäßigkeiten der Organosuspensionen befassen, wo doch diese Systeme sowohl von theoretischem, wie auch von praktischem Gesichtspunkt aus von großer Bedeutung sind. Von theoretischem Standpunkt sind die Eigenschaften und Gesetzmäßigkeiten der organodispersen Systeme in den relativ einfacher strukturierten Organosuspensionen für die Forschung eher zugänglich, als in den riesenmolekularen Kolloid-Lösungen; auch in der Praxis kommt die Rolle der Organosuspensionen und Suspensoiden, *bzw.* Aggregate in der Lack- und Druckerfarbenindustrie, in der Gummi- und Kunststoffindustrie, in der Technologie der Schmierstoffe, in der Ölproduktion, in der Asphalttechnologie, sowie auf zahlreichen anderen Gebieten in ständig wachsendem Grade zum Ausdruck.

Sowohl bei den Organosuspensionen und Suspensoiden, wie bei den dispersen

Systemen in wäßrigem Medium spielen die Wechselwirkungen zwischen den Teilchen un dem Dispersionsmittel und zwischen den Teilchen selbst, also im Sinne der BUZÁGHschen Definition: die Kontinuität und die Adhäsionskräfte eine entscheidende Rolle. Die Eigenschaften und das Verhalten von organodispersen Systemen (Sedimentation, Koagulation, mit einem Wort = Stabilität; die Sediment- resp. Gelstruktur und rheologische Eigenschaften) werden durch diese Wirkungen determiniert. Das zu beweisen und in die Zusammenhänge tiefer einzudringen ist der Zweck unserer Abhandlungen.

Der sog. „organophile Bentonit“ oder „Bentone“ ist einer der interessantesten Modellstoffe auf diesem Gebiete. Die Aufmerksamkeit wurde durch E. A. HAUSER auf diesen Stoff gelenkt, während Einzelheiten bezüglich der Herstellung und Eigenschaften der verschiedenen „Bentone“-Typen sind den späteren Arbeiten von J. W. JORDAN und Mitarbeitern [1] zu verdanken. Ihre Feststellungen lassen sich in folgenden zusammenfassen:

Der mit langkettigen Aminen erzeugte Typ des organophilen Bentonits („Bentone 18“) zeigt eine gute Quellungs-fähigkeit in aliphatischen und aromatischen Kohlenhydrogenen und eine besonders hohe in Nitrobenzol. Als Maßstab der Quellungs-fähigkeit hat JORDAN das Sedimentvolumen angesehen. Die Quellungs-fähigkeit ist somit — seinen Ansichten nach —

1. von dem Grad des Ionenaustausches und
2. von der Kettenlänge der organischen Verbindung (z. B. des primären Aminsalzes) abhängig.

1. Die Quellungs-fähigkeit erreicht ein Maximum, wenn der Bentonit mit der seiner Ionenaustauschkapazität entsprechenden äquivalenten Menge des organischen Stoffes ersetzt wird.

2. Nach Beweis von Röntgen-Untersuchungen ordnen sich die C-Atomketten der durch Kationenaustausch eingeführten Verbindungen parallel mit den Basisflächen des Montmorillonits („legen sich“ auf die Oberfläche) und bedecken dieselbe — abhängig von der Kettenlänge — in verschiedenem Maße. Von 12 C-Atomzahl an, überschreitet der Bedeckungsgrad 50% und oberhalb dieser C-Atomzahl beginnt die sprunghafte Zunahme der Quellungs-fähigkeit.

Messungen in Mischungen von apolaren und polaren Organischen Flüssigkeiten zeigten, daß durch Einwirkung des polaren Komponenten (aliphatischer Alkohol), die Quellungs-fähigkeit bis zu gewissen Konzentrationen zunimmt; das Sedimentvolumen variiert also mit der Konzentration des polaren Komponenten entsprechend einer Maximumkurve. Diese Erscheinung und parallel damit die hohe Quellungs-wirkung des Nitrobenzols läßt sich nach JORDAN dahin erklären, daß die maximale Quellung wird nur in dem Falle erreicht, wenn die auf den Basisflächen verbleibenden polaren Oberflächenteile — infolge der orientierten Adsorption irgend-einer asymmetrisch polaren Verbindung — gleichfalls solvatisiert werden.

Jene organophile Bentonit-Typen, in denen sich zu der Oberfläche zwei lange aliphatische Ketten enthaltende quaternäre Amine knüpfen („Bentone 34“ Typen), zeigen auch in reinen apolaren Flüssigkeiten hohe Quellungs-fähigkeit.

Es sind in der Literatur über die Stabilität der organophilen Bentonit-Suspensionen keine systematische Untersuchungen vorhanden. Untersuchungen auf diesem Gebiete könnten doch wertvolle Aufschlüsse über die Stabilität und Struktur von Organosuspensionen geben; außerdem könnten diese Untersuchungen zu unseren praktischen Kenntnissen in Verwendung der organophilen Bentonite erfolgreich

beitragen. Auf Grund der Prüfung der Stabilität von Suspensionen lassen sich bedeutende Folgerungen über die Benetzungsbedingungen und über die zwischen den Teilchen entstehenden Kraftwirkungen ableiten [2]. Weitere Anhaltspunkte bieten sich für solche Folgerungen in den über die Sedimentstruktur und über das Sedimentvolumen gewonnenen Beobachtungen [3].

Im Laufe unserer diesbezüglichen experimentellen Arbeit, untersuchten wir die Sedimentationseigenschaften und Sedimentvolumina eines völlig apolaren organophilen Bentonits („*Bentone 34*“), u. zw. zunächst in reinen organischen Flüssigkeiten.

## II. Versuchsmateriale und Methoden

Als Versuchsmaterial diente ein sog. „*Dutch Boy Bentone 34*“ kommerzieller Qualität. Der Stoff wurde 24 Stunden lang in einem Vakuum-Trockenschrank bei 45° C unter 30 Hg mm Druck getrocknet, und schließlich in einem Exsikkator aufbewahrt. Die zu den Untersuchungen verwandten organischen Lösungen waren

„*Chinoin*“ *p. a.* Produkte, die nach ihrer Reinlichkeit auf Grund ihres Brechungsindices und *DK* kontrolliert wurden.

Die Sedimentationsuntersuchungen wurden in mehreren zu 0,1 ml eingeteilten, 20 ml-Reagenzgläsern mit geschliffenem Pfropfen und von 10 mm innerem Durchmesser, bei  $25 \pm 0,1$  C° ausgeführt. Die Konzentration der sedimentierten Suspensionen betrug — mit Ausnahme der Prüfung der Konzentrationsabhängigkeit — 1 Proz. (0,200 g „*Bentone 34*“ ad 20 ml). Um die entsprechende Benetzung zu erzielen, wurde die abgewogene Menge der Trockensubstanz in kleinen Mengen succesive den Lösungen zugesetzt, und die Suspension wurde nach jeder einzelnen Zugabe gut aufgeschüttelt.

Die *DK* der Flüssigkeiten wurde mittels einer Wechselstrom-Hochfrequenzbrücke (3 Mc  $\pm$  1 Proz.) bestimmt. Die Messungspunktlichkeit war: von Null bis zu 220 pF  $\pm$  0,5 Proz., von 220 bis zu 800 pF  $\pm$  1 Proz.

### III. 1. Grunderscheinungen

#### (Qualitative Beobachtungen)

Unsere Messungen wurden in einer Reihe von verschiedenen Flüssigkeiten (Zyklohexan, Tetrachlorkohlenstoff, Benzol, Nitrobenzol, Methyl-, Aethyl-, *n*-Propyl-, *n*-Butyl- und *n*-Oktylalkohol, Zyklohexanol, Azeton, Anilin und Pyridin) ausgeführt.

Unsere Beobachtungen lassen sich bezüglich der einzelnen Media in folgenden zusammenfassen:

*a)* In Tetrachlorkohlenstoff und Zyklohexan sedimentieren die relativ gut benetzten, aber nicht peptisierten Körner ohne Koagulation. Die Sedimentation hat einen diffusen Charakter. Das Sedimentvolumen ist klein, das Sediment läßt sich leicht suspendieren und es fließt, wenn das Reagenzglas schief gehalten wird. Die Lage ist auch in Pyridin ähnlich, hier ist aber schon eine Peptisation gewissen Grades auch zu beobachten.

*b)* In Benzol und Chlorbenzol erfolgt im Laufe der Suspendierung eine Peptisation der Körner. Einige Minuten nach dem Aufschütteln kann man das Er-

scheinen von flockenartigen Koagulate beobachten und beinahe gleichzeitig wird die *scharfe Grenzfläche* der ausscheidenden Suspension sichtbar. Das Sediment ist transparent, geschwollen, hat aber eine leicht suspendierbare, lockere Struktur. Das Sedimentvolumen erreicht hier im Vergleich zu dem in Tetrachlorkohlenstoff entstehenden eine mehrfache Größe.

c) In Methyl-, Aethyl-, *n*-Propyl-, *n*-Butyl-, *n*-Oktylalkohol und in Zyklohexanol läßt sich bereits im Laufe der Suspendierung eine starke Koagulation beobachten. Die Verteilung der Sedimentation zeigt wieder einen *diffusen* Charakter. Das in Methyl- und Aethylalkohol erhaltene Sediment läßt sich leicht suspendieren, in *n*-Propyl-, *n*-Butyl- und *n*-Oktylalkohol, sowie in Zyklohexanol entstehen demgegenüber dichtere, angequollene, schwerer suspendierbare Sedimente. Das Sedimentvolumen ist klein.

In Azeton und Anilin ist ein mit dem des Methanols ähnliches Verhalten zu beobachten, allein ist hier der Koagulationsgrad geringer, was auch in der geringeren Sedimentationsgeschwindigkeit zum Ausdruck gelangt.

d) In Nitrobenzol sind die Teilchen nach der Suspendierung kaum wahrnehmbar; die Suspension ist besonders beständig. Der in einigen Wochen sich ansammelnde Niederschlag ist transparent, gelartig und sehr schwer suspendierbar.

Um den Überblick zu erleichtern, haben wir unsere qualitative Beobachtungen in Tab. I zusammengestellt.

### III. 2. Quantitative Charakterisierung der Sedimentationsgeschwindigkeit

Die quantitative Charakterisierung wurde durch die geschilderten Erscheinungen sehr erschwert. Verhältnismäßig einfach war die Lage bei den mit scharfer Grenzfläche verlaufenden Sedimentationen. In diesen Fällen haben wir den durch die Grenzfläche zurückgelegten Weg in Abhängigkeit der Sedimentationszeit dargestellt. Die Suspendierung und Sedimentation wurde nach dem ersten Vorgang wiederholt ausgeführt. Mit fortschreitender Zeit erhielten wir infolge Quellungs- und Peptisationsvorgängen immer flacher verlaufende Kurven. Nach einer gewissen Zeit bedeckten die Kurven einander vollständig, die Sedimentationsgeschwindigkeit erreichte einen konstanten Wert. Verfolgt man die in verschiedenen Zeitpunkten aufgetragenen Sedimentationskurven, so sieht man, daß die auffallendsten Unterschiede an den Kurvenbogen zu beobachten sind. (Fig. 1.) Demzufolge verfolgten wir das folgende Verfahren.

Der lineare Anfangs- und Ausgangsabschnitt der Sedimentationskurven wurde verlängert (Fig. 2.) und von dem Schneidepunkt ( $P_M$ ) der beiden Gerade eine Vertikallinie zu einer Gerade geführt, die sich dadurch ergab, daß die  $P_1$ ,  $P_2$  Punkte miteinander verbunden wurden. Die Sedimentationsgeschwindigkeit wurde durch den dem Tangentenpunkte  $P_S$  angehörigen Geschwindigkeitswert  $\frac{Y_{P_S}}{X_{P_S}}$  cm/sec charakterisiert.

Wenn wir die in verschiedener Zeit sedimentierten Systeme beobachten, läßt es sich feststellen, daß das Erscheinen der scharfen Grenzfläche — nach Verlauf der Suspendierung — mit fortschreitender Quellungszeit immer rascher bemerkbar wird. In völlig angequollenen Systemen wird die scharfe Grenzfläche beinahe sofort nach der Suspendierung sichtbar und die Sedimentation verfolgbar.

Im Falle der Sedimentation diffusen Charakters erschien eine scharfe Grenzfläche zwischen dem Sediment und der Suspension praktisch nur in dem Moment des vollkommenen Ausscheidens. Wir charakterisierten daher die Sedimentationsgeschwindigkeit durch den Quotienten der zwischen bis zu dieser Zeit entstandenen Sedimentoberfläche und dem Ausgangsniveau der Suspension bestehender Entfernung und der Sedimentationszeit. Die auf diese Art erhaltenen Sedimentationsgeschwindigkeitswerte waren charakteristisch für die Stabilität dieser Suspensionen.

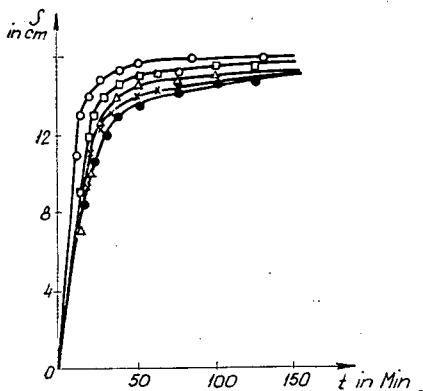


Fig. 1. Erklärung siehe Text.

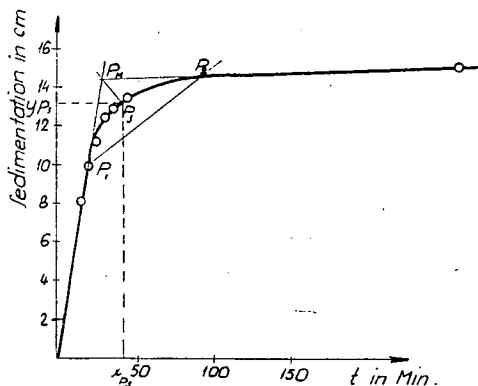


Fig. 2. Auswertung einer Sedimentationskurve

In Tetrachlorkohlenstoff, *n*-Butyl-, *n*-Oktylalkohol, sowie in Zyklohexanol und Nitrobenzol war der Charakter der Sedimentation in solchem Grade diffus, daß nicht einmal der Zeitpunkt des völligen Ausscheidens sich feststellen ließ; daher führten unsere diesbezüglichen Versuche zu keinen quantitativen Data. Auch in diesen Fällen ließ es sich doch qualitativ feststellen, daß die Sedimentationsgeschwindigkeit in *n*-Butyl und *n*-Oktylalkohol niedriger ist, als in den drei ersten Gliedern der homologen Reihe.

Wir müssen bemerken, daß im Verhältnis zu den Effekten, können die aus den Verschiedenheiten der Dichte und der inneren Reibung sich ergebenden Unterschiede vernachlässigt werden.

### III. 3. Sedimentationsgeschwindigkeit und *DK*

Wie aus den qualitativen Beobachtungen (Tab. I) und von den Ergebnissen der Tab. II zu ersehen ist, besteht zwischen der Dielektrizitätskonstante und der Sedimentationsgeschwindigkeit, sowie dem Sedimentvolumen kein allgemein gültiger Zusammenhang. Es läßt sich ein Zusammenhang zwischen Sedimentationsgeschwindigkeit und *DK* nur im Falle von Media ähnlicher Struktur feststellen, nämlich in der homologen Reihe der Alkohole mit abnehmender *DK* — zunehmender C-Atomzahl — nimmt die Sedimentationsgeschwindigkeit ab, die Stabilität nimmt zu.

Tabelle I.  
Verhalten der Suspensionen in verschiedenen organischen Media

Medium	DK des Mediums	Wechselwirkung mit dem Medium u. zwischen den Teilchen	Charakter der Sedimentation der Suspension	Charakter des Sedimentes
Tetrachlorkohlenstoff Zyklohexan Pyridin	2,25 2,01 12,50	gute benetzbarkeit, keine Peptisation, Koagulation	diffus	leicht suspendierbar flüssig, geringes Sedimentvolumen
Benzol Chlorbenzol	2,29 5,58	gute Quellung u. Peptisation; gleichzeitige Koagulation der peptisierten Teilchen	scharfe Grenzfläche	transparent, locker, leicht suspendierbar, grosses Sedimentvolumen
Methanol Ethanol Propanol Butanol Oktanol Zyklohexanol Azeton Anilin	33,56 25,49 21,08 17,85 3,20 15,00 20,83 6,72	sofortige Koagulation	diffus	Geringes $SV$ Suspendierbarkeit nimmt mit Zunahme der C-Atomzahl ab.
Nitrobenzol	34,82	hochquellbar, starke Peptisation, keine Koagulation	diffus	dicht, transparent, schwer suspendierbar Geringes $SV$

Tabelle II.  
Sedimentationsgeschwindigkeit und Sedimentvolumen der 1-proz. Suspensionen

Dispersionsmittel	DK des Dispersionsmittels (bei 25°)	Sedimentationsgeschw. cm/sec.	Sedimentvolumen ml
Tetrachlormethan	2,26	diffus	1,50
Benzol	2,29	0,0057	4,10
Methanol	33,56	0,1190	0,85
Ethanol	25,49	0,0436	1,20
n-Propanol	21,08	0,0163	1,00
n-Butanol	17,85	diffus	0,70
Azeton	20,83	0,0582	1,30
Nitrobenzol	34,82	diffus	0,30

III. 4. Änderung der Sedimentationsgeschwindigkeit mit der Konzentration der Suspension

Wir führten in Benzol und Azeton — also in zwei verschiedenartigen Media — Untersuchungen aus, um auch die Abhängigkeit der Sedimentationsgeschwindigkeit von der Konzentration der Suspension zu beobachten. Unsere diesbezüglichen Meßergebnisse sind in der Tab. III. resp. Fig. 3. zusammengestellt.

Tabelle III.

Änderung der Sedimentationsgeschwindigkeit in Funktion der Suspensionskonzentration

Konzentration der Susp.	Sedimentationsgeschwindigkeit cm/sec	
	in Benzol	in Azeton
0,50	0,0172	—
0,75	0,0090	—
1,00	0,0057	0,0580
1,25	0,0045	—
1,50	0,0029	0,0512
2,00	0,0003	0,0487
2,50	0,0005	0,0385
3,00	0,00005	0,0280
4,00	—	0,0070

Wie aus diesen hervorgeht, wird die Sedimentationsgeschwindigkeit durch die Konzentration der Suspension je nach der Polarität der Media in wesentlich verschiedener Weise beeinflusst. Im Falle von Benzol ließ es sich feststellen, daß die Sedimentationsgeschwindigkeit mit zunehmender Suspensionskonzentration in niedrigen Konzentrationsgebieten eine rapide, während bei Konzentrationen von 1-2 Proz. geringe Abnahme zeigt. Oberhalb von 2 Proz. ist die Abnahme ganz unbedeutend, und die Systeme sind fast thixotrop. In Azeton hingegen nimmt die Sedimentationsgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Suspensionskonzentration entsprechend einer nach der Abszisse beugenden Kurve ab.

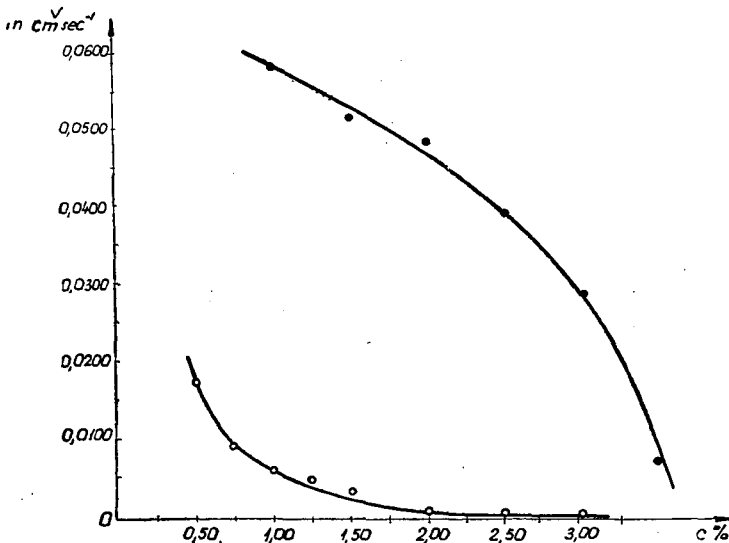


Fig. 3. Sedimentationsgeschwindigkeit als Funktion der Suspensionskonzentration

#### IV. Diskussion der Versuchsergebnisse

Das Bild, das wir aus den angeführten Beobachtungen erhalten, ist recht kompliziert; die Deutung der Beobachtungen kann nur auf Überlegungen beruhen, die alle Wechselwirkungen zwischen den Teilchen und dem Medium in Erwägung ziehen.

Die *DK*-Werte für Tetrachlorkohlenstoff und Benzol sind nahezu gleich, doch lassen sich große Unterschiede zwischen den beobachteten Wirkungen feststellen. Die Teilchen des organophilen Bentonits zeigen in Benzol eine gute Quellung und Peptisation, wogegen sie in Tetrachlorkohlenstoff nur benetzt werden, ohne beachtenswert zu quellen; eine Peptisation erfolgt in diesem Stoff praktisch überhaupt nicht. Diese Unterschiede müssen also auf weitere molekularstrukturelle Ursachen zurückgeführt werden. In Benzol zerfallen die Teilchen infolge der hohen Peptisation zu einzelnen Lamellen. Der Benzol solvatisiert jedoch die polaren Oberflächenteile nicht (JORDAN), daher können zwischen diesen Oberflächenteilen relativ hohe Adhäsionskräfte auftreten. So können die Lamellen des organophilen Bentonits — gleich die des Montmorillonits in einer wäßrigen Suspension — eine HOFMANNSCHE Kartenhausstruktur [4] aufbauen. Mit fortschreitender Quellungszeit nimmt die Peptisation und somit die Beständigkeit der Kartenhausstruktur zu. Darauf läßt es sich zurückführen, daß die Sedimentationsgeschwindigkeit mit wachsender Quellungszeit abnimmt, sowie auch die Erfahrung, daß die scharfe Grenzfläche mit Zunahme der Quellungszeit — im Verlauf der Suspendierung — immer früher sichtbar wird.

In Chlorbenzol verläuft der Vorgang auf ähnliche Art; hier erreicht die Peptisation — wegen des größeren Dipolmomentes — sogar einen höheren Grad. Dies ist die Ursache dafür, daß hier die Sedimentationsgeschwindigkeit noch kleiner und das Sediment voluminöser ist, als in benzolischen Suspensionen. Die Systeme zeigen sowohl in Benzol, wie in Chlorbenzol ein nahezu thixotropes Verhalten.

In Tetrachlorkohlenstoff sind die Teilchen des Mahlproduktes gut benetzt, doch lassen sie sich praktisch nicht peptisieren; es kann somit in einer 1%-iger Suspension auch keine Kartenhausstruktur entstehen. Die Sedimentationsgeschwindigkeit ist relativ groß und das Verhalten des Sediments weist eine Analogie mit den lyophile, große Teilchen enthaltenden Systemen auf. Auch in Zyklohexan sind die Verhältnisse ähnlich.

Die beständigste Dispersion entsteht in Nitrobenzol, wofür die Hochquellungs-fähigkeit und Peptisation des Systems verantwortlich ist.

Die besonders hohe Volumenvergrößerung, *resp.* Quellungs-fähigkeit in Nitrobenzol des mit einem primären Amin organophilisierten polaren Types („*Bentone 18*“), wurde auch von JORDAN [1] beobachtet. Diese Erscheinung läßt sich nach JORDAN durch die orientierte Adsorption der polaren Gruppen des Nitrobenzols auf den unbelegt gebliebenen polaren Oberflächenteilen der Montmorillonitlamellen, sowie durch die gleichzeitig auftretende Solvation der aliphatischen Ketten des organophilisierenden Stoffes befriedigend erklären. Wir haben demgegenüber gezeigt, daß in den geprüften aliphatischen Alkoholen trotz ihren relativ niedrigeren *DK* und ihrer Fähigkeit orientiert adsorbiert zu werden, keine stabile Suspensionen zu erhalten sind, sogar üben sie auf die Teilchen des organophilen Bentonits eine koagulierende Wirkung aus. Die Stabilität nimmt mit zunehmender C-Atomzahl der Alkohole, — also mit abnehmender *DK* — zu, doch nicht einmal in optimalem Falle wird die außerordentlich hohe Stabilität des nitrobenzolischen Systems erreicht.

Die besondere Wirkung des Nitrobenzols ist also nicht allein in der asymmet-



rischen Polarität, sondern vielmehr in den speziellen molekularstrukturellen Eigenschaften, *resp.* Wechselwirkungen zu suchen. Nur auf diese Weise läßt sich der scheinbare Widerspruch erklären, daß das in Alkoholen koagulierende apolare Bentonitprodukt in Nitrobenzol — das einen höheren *DK*-Wert aufweist, — ein besonders stabiles Sol bildet. In diesem Falle kann sich eine Kartenhausstruktur in einer 1%-igen Suspension wegen der hochgradigen Solvatation und Quellung nicht ausbilden (Vgl. Na-Montmorillonit in Wasser).

Azeton und Anilin üben auf die Stabilität der Systeme eine mit den Alkoholen analoge Wirkung aus.

Ein charakteristischer Unterschied läßt sich zwischen dem Verlauf der Sedimentationsgeschwindigkeit-Suspensionkonzentration-Kurven der benzolischen und azetonischen Systeme beobachten. Diesen Unterschied können wir auf das verschiedene Benetzungs- und Peptisationsvermögen der beiden Systeme und auf die davon ergebenden strukturellen Differenzen zurückführen. Diese Beobachtung ist für die rheologischen Eigenschaften der Suspensionen höherer Konzentration von großer Bedeutung, und zeigt darauf, daß zwischen Stabilität und rheologischen Eigenschaften enge Zusammenhänge bestehen. Auf die nähere Besprechung dieser Zusammenhänge werden wir in einer unserer folgenden Arbeiten zurückkommen.

Auf Grund unserer gegenwärtigen Ausführungen läßt sich die Folgerung ziehen, daß die HOFMANNsche Kartenhaustheorie auch auf die organophilen Bentonite anwendbar ist. Durch Veränderung der Benetzungsfähigkeit und Struktur des Mediums lassen sich die gleichen Typen von Suspensionen darstellen, wie im Falle der hydrophilen Tonmineralien durch Veränderung der Ladungsverhältnisse. Stabilität und Sedimentvolumen werden durch die zur Thixotropie neigende Kartenhausstruktur, diese wiederum durch die Peptisation und die zwischen den Teilchen wirkenden Adhäsionskräfte determiniert. Daraus folgt übrigens, daß JORDAN's Feststellung, daß für die organophilen Bentonite das Sedimentvolumen als Maß der Quellung anzusehen sei, nicht völlig zutreffend ist. Diese Feststellung ist lediglich in dem Falle gültig, wenn der Stoff in den zu vergleichenden Lösungen größenordnungsmäßig verschieden peptisiert wird. Unter ähnlichen Peptisationsbedingungen wird die Grösse des Sedimentvolumens durch die Adhäsion im BUZÁGHschen Sinne determiniert.

#### Literatur

- [1] Jordan, J. W.: J. Phys. Chem. **53**, 294 (1949).  
Jordan, J. W., B. J. Hook, C. M. Finlayson: J. Phys. Coll. Chem. **54**, 1196 (1950); Jordan, J. W., F. J. Williams: Koll.-Z. **137**, 40 (1954).
- [2] Buzágh, A.: Koll.-Z. **125**, 14 (1951).
- [3] Buzágh, A.: Acta Chim. Hung. **1**, 182 (1951).  
Buzágh, A.: Kolloid Beih. **32**, 114 (1930).
- [4] Hofmann, U., A. Hausdorf: Koll.-Z. **110**, 1 (1945).  
Hofmann, U., R. Fahn, A. Weiss: Koll.-Z. **151**, 97 (1957).