



Doctoral Thesis

Der Einfluss einiger viskositätserhöhender Stoffe auf Suspensionen

Author(s):

Briner, Felix Heinrich

Publication Date:

1961

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000147553> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Prom. Nr. 3092

**Der Einfluss
einiger viskositätserhöhender Stoffe
auf Suspensionen**

•

Von der
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN
HOCHSCHULE IN ZÜRICH

zur Erlangung
der Würde eines Doktors der Naturwissenschaften
genehmigte

PROMOTIONSARBEIT

vorgelegt von
FELIX HEINRICH BRINER
dipl. Apotheker
von Zürich

Referent: Herr Prof. Dr. K. Steiger
Korreferent: Herr Prof. Dr. J. Büchi

Juris-Verlag Zürich
1961

4.5. ZUSAMMENFASSUNG

Die Aufschüttelbarkeit des Sedimentes von Suspensionen wird qualitativ durch die Verwendung einer speziellen Kippeinrichtung zahlenmässig erfasst.

Die Aufschüttelbarkeit verschlechtert sich mit Zunahme der Konzentration der innern Phase.

Beim Studium der Abhängigkeit der Aufschüttelbarkeit von Feststoffeigenschaften und Schleimzusätzen wird ein enger Zusammenhang mit der Fließsgrenze der Suspension gefunden: Sedimente von Suspensionen mit grosser Fließsgrenze lassen sich gut aufschütteln; Sedimente von Suspensionen mit kleiner Fließsgrenze lassen sich schlecht aufschütteln.

Mit der Zeit, während der die Suspension gelagert wird, verschlechtert sich die Aufschüttelbarkeit, zuerst schneller, dann langsamer.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

- 5.1. DIE FUENF MESSGROESSEN ZUR CHARAKTERISIERUNG VON SUSPENSIONEN
- 5.2. HAUPTINFLUSS DES SCHLEIMZUSATZES
- 5.3. AUSWIRKUNG DIESER EINFLUESSE
- 5.4. FOLGERUNG FUER DIE PRAXIS

5.1. DIE FUENF MESSGROESSEN ZUR CHARAKTERISIERUNG VON SUSPENSIONEN

Wie es sich gezeigt hat, lassen sich die wesentlichen Eigenschaften der Suspensionen mit folgenden fünf Messgrößen zahlenmässig erfassen:

1. Plastische Viskosität
2. Fliessgrenze
3. Halbwertszeit der Sedimentation
4. Sediment-Endvolumen
5. Aufschüttelbarkeit

Zusammenfassend seien hier nochmals die wichtigsten Punkte erwähnt:

5.1.1. Plastische Viskosität

Wie sich aus den Fliesskurven ergibt, ist bei heterogenen Systemen die gemessene Viskosität oft keine Konstante sondern eine vom Geschwindigkeitsgefälle abhängige Variable.

Zur zahlenmässigen Erfassung der Viskosität von solchen Stoffen muss die Viskosität bei jenen Geschwindigkeitsgefällen gemessen werden, bei welchen die Fliesskurve in eine Gerade übergegangen ist. Auf gleiche Weise bei bei Newtonschen Flüssigkeiten die Viskosität aus der Neigung der Fliessgeraden zur τ -Achse berechnet wird, kann die Viskosität von plastischen oder pseudoplastischen Stoffen erfasst werden: Man berechnet den \cotg des Winkels, den die Verlängerung des geraden Stückes der Fliesskurve mit der τ -Achse bildet. Die auf diese Weise erhaltene Grösse für den Fliesswiderstand in dem Zustand, in dem das Verhältnis von Schubspannung und Geschwindigkeitsgefälle wieder dem Proportionalitätsgesetz gehorcht, wird als "plastische Viskosität" bezeichnet.

5.1.2. Fliessgrenze

Die Abweichung der Fliesskurve von der Geraden beruht auf der inneren Struktur der Flüssigkeit. Die zusätzliche Kraft (pro cm^2), die es zur Aufrechterhaltung derjenigen Struktur des dispersen Systems braucht, die dem Fliesen den kleinsten Widerstand entgegenstellt, kommt in der Fliessgrenze zum Ausdruck. Sie wird im Rheogramm durch den Schnittpunkt der verlängerten Geraden der Fliesskurve mit der τ -Achse bestimmt.

Durch die Bestimmung der plastischen Viskosität und der Fliessgrenze ist die Fliesskurve mathematisch noch nicht vollständig festgelegt. Die Kenntnis dieser beiden Werte gibt aber weitgehenden Aufschluss über die innern Verhältnisse der Flüssigkeit. Die plastische Viskosität ist ein Mass für die innere Reibung der fließenden Flüssigkeit; die Fliessgrenze ein Mass für das gegenseitige Behindern oder Aneinanderhaften der Teilchen im ruhenden System.

5.1.3. Halbwertszeit der Sedimentation

Die Halbwertszeit der Sedimentation von Suspensionen erfasst die Sedimentationsgeschwindigkeit. Sie gibt die Zeit an, in der die Obergrenze des Sedimentes die Hälfte des Weges bis zum Endstand zurückgelegt hat. Da dieser Endzustand asymptotisch erreicht wird, gibt das Herausgreifen eines Mittelwertes besser vergleichbare Resultate.

Die Sedimentationsgeschwindigkeit resultiert aus dem Zusammenwirken der treibenden Kräfte (Grösse der Teilchen, Dichte-Differenz etc.) einerseits, und der bremsenden Kräfte (Viskosität, gegenseitige Behinderung etc.) anderseits.

5.1.4. Sediment-Endvolumen

Im Sediment-Endvolumen kommen zwei Variable zum Ausdruck:

1. der Formeinfluss:
sperrige und aneinanderhaftende Teilchen beanspruchen mehr Raum als solche, die leicht aneinander vorbeigleiten.
2. Einfluss der Solvathülle:
Teilchen mit dicker Solvathülle brauchen mehr Platz als solche mit dünner Schutzschicht.

5.1.5. Aufschüttelbarkeit

Ohne die Messung der Aufschüttelbarkeit, d.h. ohne die Prüfung, wie leicht sich das Sediment wieder dispergieren lässt, wäre die Kenntnis der Suspensionen nicht vollständig. Mit Hilfe einer einfachen Kippapparatur wird wenigstens ein Vergleich zwischen den einzelnen Suspensionen ermöglicht.

5.2. HAUPTINFLUESSE DES SCHLEIMZUSATZES

Der Zusatz von Schleimstoffen wirkt sich vor allem auf zwei Eigenschaften der Suspensionen aus:

1. auf die elektrostatischen Verhältnisse
2. auf die Viskosität

5.2.1. Elektrostatische Verhältnisse

Alle drei untersuchten Schleimstoffarten (Methylzellulose, Karboxymethylzellulose und Tragant) bestehen aus mehr oder weniger stark polaren Teilchen. Sie beeinflussen durch Adsorption an die suspendierten Partikel deren Ladungsverhältnisse und damit die anziehenden oder abstossenden Kräfte, die zwischen den Teilchen der dispergierten Phase wirken.

Die Zinkoxydteilchen werden bei allmählichem Schleimzusatz gleichsinnig aufgeladen und stossen sich ab. Bei Titandioxyd, das durch Adsorption des Wassers, welches starke Dipol-Eigenschaften besitzt, bereits aufgeladen ist, wirkt ein Ueberschuss von polaren Schleimmizellen koagulierend. Bei Talk sind diese Einwirkungen wegen der grösseren Teilchendimensionen weniger ausgeprägt. Sie verlaufen aber ähnlich wie bei Zinkoxyd.

5.2.2. Viskosität

Die wässrigen Schleimlösungen der niedrigviskosen MC und CMC an sich verhalten sich bis zu einer Konzentration von 1% wie Newtonsche Flüssigkeiten. Die höherviskosen MC und CMC zeigen bei einer Konzentration von 1% eine kleine, Tragant eine ausgesprochene Fließgrenze.

Die plastische Viskosität der Suspensionen nimmt mit der Schleimkonzentration im Allgemeinen zu.

5.3. AUSWIRKUNG DIESER EINFLUESSE

Mit Hilfe dieser beiden Faktoren, der elektrostatischen Veränderungen und der Viskositätsunterschiede, lassen sich wesentliche Erscheinungen, die bei Schleimzusatz an den Suspensionen beobachtet werden können, erklären.

Bei kleinen Schleimkonzentrationen überwiegen die Einflüsse der elektrostatischen Veränderungen, bei höheren Konzentrationen dagegen macht sich die viskositäts-erhöhende Wirkung stärker bemerkbar.

Werden z.B. bei Zinkoxyd die Teilchen durch Adsorption von polaren Schleim-molekeln gleichsinnig geladen, so stossen sie sich gegenseitig ab. Ihre Beweglichkeit wird grösser, denn sie gehören nicht mehr einem zusammenhängenden, verzahnten Gebilde an, sondern benehmen sich als kleindimensionierte Einzelpartikel. Sie werden beim Fallen weniger gehemmt, und daher nimmt die Sedimentationsgeschwindigkeit zu. Gleichzeitig verkleinert sich die Fliessgrenze der Suspension und die vorher absinkend verlaufende Sedimentation wird aufstockend. Das Sediment-Endvolumen nimmt ab, weil die Teilchen aneinander vorbei in kleine Zwischenräume gleiten können. Dadurch wird aber die Aufschüttelbarkeit schlechter, denn die Partikel sind im Sediment äusserst dicht gepackt.

Erst bei weiterem Anstieg der Schleimkonzentration beginnt sich die plastische Viskosität bemerkbar zu machen: Die Sedimentationsgeschwindigkeit wird wieder kleiner.

Besitzt die äussere Phase an sich schon eine Eigenfliessgrenze (z.B. Tragant 1%), so wirkt sich dies hemmend auf die suspendierten Teilchen aus. Die Sedimentation wird verlangsamt, das Sedimentvolumen nimmt zu und die Aufschüttelbarkeit wird verbessert.

5.4. FOLGERUNGEN FUER DIE PRAXIS

Für die hier untersuchten Fälle hat es sich gezeigt, dass in kleinen Konzentrationen jeder Schleimzusatz ungünstig auf Suspensionen wirken kann. In einigen Fällen wird die Sedimentationsgeschwindigkeit erhöht, in andern Fällen ist ein unaufschüttelbares Sediment die Folge von Schleimzusätzen.

Eine deutliche Verlangsamung der Sedimentation, die parallel mit einer Verbesserung der Aufschüttelbarkeit einhergeht, kann nur durch einen Zusatz von 1% Tragant erreicht werden, dessen Fließgrenze bei dieser Konzentration relativ hoch liegt. Am deutlichsten tritt diese Verbesserung bei Talk in Erscheinung, dessen sperrige Kristalle im strukturviskosen Schleim den grössten Widerstand finden.

Für die Praxis folgt daraus, dass man zur Erreichung einer befriedigenden Suspension nach Systemen mit grosser Strukturviskosität suchen muss: Die Flüssigkeit der äusseren Phase muss eine hohe Fließgrenze besitzen und die Teilchen der inneren Phase müssen durch ein Haften an den Berührungspunkten eine innere Struktur bilden. In solchen Suspensionen ist die Sedimentation verlangsamt, und es entsteht ein lockeres Sediment, das sich leicht wieder dispergieren lässt.