

dass sie für einen viel umfassenderen Bereich von Stoffen ausgezeichnet geeignet ist, wobei zur Ergänzung auch noch einmal auf die Brennstoffuntersuchungen Schläpfers⁹⁾ hingewiesen werden soll. Allen Fachgenossen, die mit Wasserbestimmungen zu tun haben, kann nur empfohlen werden, diese Methode für ihr Sondergebiet zu versuchen.

	Xylol	Benzol
Kons. Maschinenfett	2,5	2,5
Kernseife	16,5	16,1
Koks	4,3	4,2
Ackererde	36,8	35,9
Mehl	14,6	15,0
Brot	42,7	43,3
Margarine	11,4	11,6

Zur Ausführung der Bestimmung seien noch folgende Sonderhinweise mitgeteilt:

1. Wasser in Tropfenform, wie es bei der oben ausführten Untersuchungsreihe vorlag, lässt sich ohne weiteres schlecht bestimmen, weil für Benzol die Verdunstungssoberfläche der Tropfen zu klein ist, um eine Beendigung des Versuchs in einem annehmbaren Zeitraum zu ermöglichen, und in Xylol Siedeverzüge der Tropfen nicht zu vermeiden sind. Fügt man aber eine gute Messerspitze voll eines trockenen Mineralpulvers, z. B. ausgeglühte Kieselgur hinzu, welches die Wassertropfen aufsaugt, so gelingt die Bestimmung leicht und sicher. Auf diese Weise ist die obige Versuchsreihe ausgeführt.

2. Kernseife oder sonstige feste Seife verhält sich je nach dem Seifenansatz verschieden. Zuweilen quillt sie im Lösungsmittel zu einem blasigen Schwamm auf, der den ganzen Kolben anfüllt und dadurch die Bestimmung unmöglich macht. In andern Fällen backen die Seifenspäne am Kolbenboden fest und verursachen bei Xylol regelmäßig ein Springen des Koltens. In vielen Fällen genügt der Zusatz von etwas wasserfreiem Olein oder von Stearinäure, in allen Fällen der Zusatz von etwa der gleichen Menge Colophonium. Diese Zusätze bewirken völlige Lösung der Seife und eine glatte Wasserbestimmung.

3. Von konsistentem Maschinenfett, dessen Wassergehalt zwischen 1—3 % zu schwanken pflegt, oder von andern Fettstoffen mit sehr geringem Wassergehalt muss man, um eine zur bequemen Ablesung ausreichende Menge Wasser zu erhalten, eine so große Einwage anwenden, daß der Siedepunkt der zu den meisten Bestimmungen ausreichenden 50—100 ccm Benzol zu sehr in die Höhe gedrückt würde, um noch ein kräftiges Sieden auf dem Wasserbade zu gestatten. In solchem Falle muss man entweder mehrere 100 ccm Benzol anwenden oder auch bei Benzol auf direkter Flamme sieden lassen. [A. 8.]

Über Konsistenz von Aufschlämmungen, insbesondere von Malerfarben.

Von J. A. v. DEURS und P. E. RAASCHOU.

Mitteilung aus dem Laboratorium für allgemeine technische Chemie der Technischen Hochschule Kopenhagen.

Von J. A. v. Deurs in der Fachgruppe für Chemie der Erd-, Mineral- und Pigmentfarben auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker in Rostock 1924 vorgetragen.

(Eingeg. 8/1. 1925.)

Bei Untersuchungen der Malerfarben kann es von Bedeutung sein, die Konsistenz einer Farbe zu ermitteln oder eine Farbe auf eine bestimmte Konsistenz einzustellen. Dies ist z. B. der Fall, wenn man die Deckfähigkeit der Aufschlämmungen bestimmen will. Während

diese jetzt auf Gewichts- oder Volumprozente der Farbe im Bindemittel bezogen wird, würde es richtiger sein, sie auf eine bestimmte Konsistenz zu beziehen. Es haben jedoch Methoden gefehlt, nach welchen man leicht eine Farbenaufschämmung von einer beliebigen Konsistenz herstellen könnte. Die nachfolgende Untersuchung wurde ausgeführt, um eine solche Methode auszuarbeiten. Die Resultate beschränken sich jedoch nicht auf Malerfarben, sondern können auf jede Aufschämmung eines festen Stoffes in einer Flüssigkeit Anwendung finden.

Die Konsistenz der Aufschämmungen ist zuerst von E. C. Bingham¹⁾ eingehend untersucht. Seine Annahmen wurden durch unsere Arbeit bestätigt und bildet die Grundlage für die untenstehenden theoretischen Ausführungen.

Theoretischer Teil.

Bei der Untersuchung von Aufschämmungen fester Partikel in einer Flüssigkeit kann man drei Gebiete unterscheiden:

1. Gebiet. Es befinden sich in der Aufschämmung so wenige Partikel, daß sie sich gegenseitig nicht berühren. Es ist dann zu erwarten, daß die Aufschämmung sich wie eine Flüssigkeit verhalten wird.
2. Gebiet. Es befinden sich in der Aufschämmung so viele Partikel, daß sie sich berühren, ohne jedoch ihre gegenseitige Bewegung ganz zu verhindern. Es ist dann zu erwarten, daß die Aufschämmung Eigenschaften zeigen wird, die teils die einer Flüssigkeit, teils die eines festen Stoffes sind.
3. Gebiet. Die Partikel liegen ganz fest aneinander gepackt, so daß eine innere Bewegung nicht zu bewerkstelligen ist. Die Aufschämmung wird die Eigenschaften eines festen Stoffes zeigen.

Die Verhältnisse sind am leichtesten zu veranschaulichen, wenn man sich den festen Stoff aus lauter gleichgeformten Partikeln, z. B. Kugeln, bestehend vorstellt.

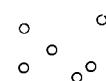


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

Das 1. Gebiet streckt sich zwischen den Zuständen, die in Figg. 1 und 2 gezeigt sind.

Das 2. Gebiet streckt sich zwischen den Zuständen, die in Figg. 2 und 3 gezeigt sind.

Das 3. Gebiet ist in Fig. 3 gezeigt.

Betrachten wir besonders die Verhältnisse der Reibung in bleibendem (stationären) Zustand in den drei Gebieten, so wird es sich herausstellen, daß

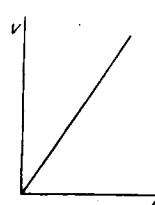


Fig. 4.

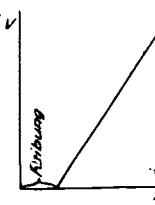


Fig. 5.

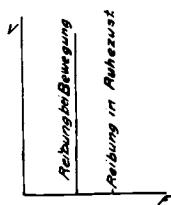


Fig. 6.

im 1. Gebiete die Gesetze der Flüssigkeitsreibung herrschen. Die Geschwindigkeit V eines Elementes ist der Schubkraft F proportional, wie es Fig. 4 zeigt.

Im 2. Gebiete wird eine Aufschämmung sich, wenn man kleine Schubkräfte einwirken lässt, wie ein fester

¹⁾ E. C. Bingham, Fluidity and Plasticity, New York 1922.

Stoff betragen. Erst wenn die Schubkraft die Reibung überschreitet, fängt die Bewegung an, und der Kraftüberschuss (der Unterschied zwischen der Schubkraft und der Reibung während der Bewegung) wird dazu verwendet, gewöhnliche Flüssigkeitsbewegung zu erzeugen, wie es Fig. 5 zeigt.

Im 3. Gebiete verhalten die Aufschlämmungen sich bezüglich der Reibung wie feste Stoffe. Erreicht die Schubkraft die Reibung in Ruhezustand, so fängt die Bewegung an, und bleibender (stationärer) Bewegungszustand ist nur dann zu erreichen, wenn die Schubkraft sich bis zur Reibung bei Bewegung vermindert. Diese Verhältnisse sind in Fig. 6 gezeigt.

Die Bestätigung der Theorie durch die Versuchsresultate.

Diese Annahmen sind durch Versuche, die auf Fig. 7 wiedergegeben sind, bestätigt worden. Die Versuche sind mittels eines für den speziellen Zweck konstruierten Capillarviscosimeters bei verschiedenen Drücken ausgeführt. Die Kurven sind zum Drucke Null extrapoliert, da Versuche bei ganz niedrigen Drücken mit großer Unsicherheit und Fehlern behaftet sind. Aus Fig. 7 sieht man, daß die Strömungsgeschwindigkeit — eins durch die Strömungszeit dividiert —, welche als Ordinate abgebildet ist, für die untersuchten Schwerspat- und Bleiweißaufschlämmungen (Bleiweißaufschlämmungen verhalten sich ebenso) bis zur 50%igen Aufschämmung dem Drucke, welcher als Abszisse abgebildet ist, proportional ist. Bei den stark konzentrierten Aufschlämmungen von 60,7 und 66,1 % sind dagegen Drücke von beziehungsweise 60 und 100 cm Wassersäule nötig, um überhaupt eine Strömung hervorzurufen. Es ist zu bemerken, daß sich die Verhältnisse bei größeren Konzentrationen komplizieren, so daß man vielleicht durch experimentelle Untersuchungen niedrigere Werte der Reibung ermitteln wird als diejenigen, welche durch Extrapolation ermittelt werden.

Untersucht man Aufschlämmungen desselben Stoffes in verschiedenen Konzentrationen (auf 100 Volumen der Aufschämmung bezogen), so ergibt sich ein Bild, wie Fig. 8 veranschaulicht.

Im 1. Gebiete sinkt die Fluidität (1 durch Viscosität dividiert) der Aufschämmung nach einer Geraden.

Im 2. Gebiete sinkt die Fluidität wegen der komplizierten Verhältnisse nicht mehr nach einer einfachen Kurve.

Im 3. Gebiet ist die Fluidität Null.

Das erste Gebiet der Aufschlämmungen von Schwerspat in Sesamöl ist in Fig. 9 gezeigt. Als Ordinaten sind Viscosität μ und Fluidität $\frac{1}{\mu}$, als Abszisse g Schwerspat/100 ccm Aufschämmung abgebildet. Soll die Kurve praktisch verwendet werden, z. B. für die Herstellung von Aufschlämmungen von bestimmter Viscosität, so ist es zweckmäßiger, die folgenden Koordinate zu verwenden. Als Abszisse: g des festen Stoffes auf 100 g Aufschämmung. Als Ordinate beziehungsweise $\mu \varrho$ und $\frac{1}{\mu \varrho}$, indem ϱ das spezifische Gewicht der Aufschämmung ist. In dieser Figur wird die Fluiditätskurve auch geradlinig verlaufen, und sie wurde bei den Figg. 9 a und 9 b verwendet.

Liegt die Aufschämmung im zweiten Gebiet, so ist sie nicht mehr allein durch ihre Fluidität gekennzeichnet,

sondern die Friction muß auch bestimmt werden. Und hier ist noch zu untersuchen, ob eine einfache Gesetzmäßigkeit zwischen Friction und Konzentration besteht.

Nach dem Obenerwähnten ist es nun leicht, eine Farbe von beliebiger Konsistenz herzustellen, vorausgesetzt, daß sie im ersten Gebiet liegt.

Man bestimmt die Fluidität des Öles (siehe jedoch unten) und die einer beliebigen Aufschämmung zeichnet die beiden Werte in einem Koordinatensystem mit der Fluidität als Ordinate und der Konzentration als Abszisse ein. Durch die beiden Punkte zieht man die Fluiditätsgerade und kann dann die der gewünschten Fluidität entsprechende Konzentration direkt ablesen.

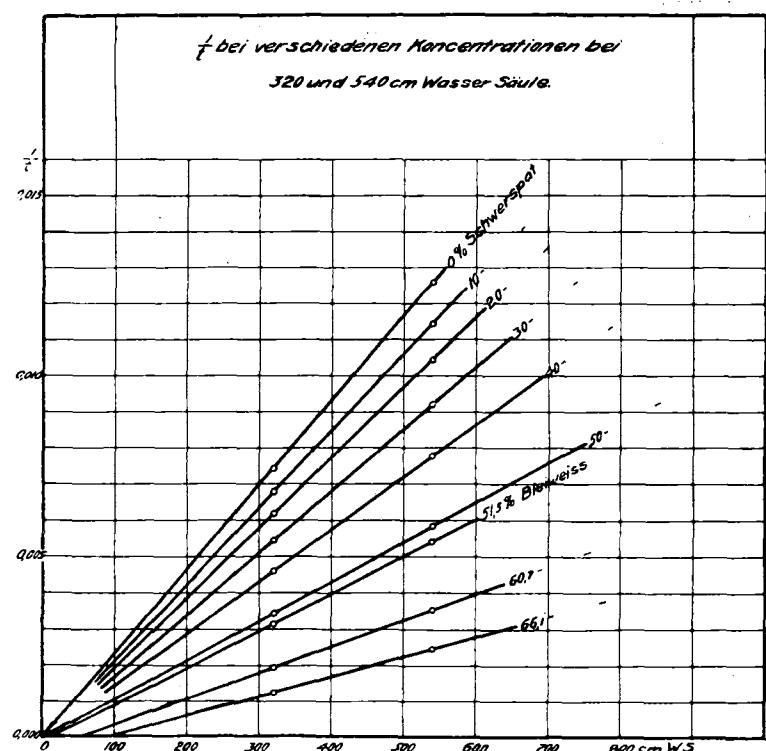


Fig. 7.

Experimenteller Teil.

Herstellung von Aufschlämmungen.

Bei der Anwendung von Capillarviscosimetern mit einer lichten Weite von etwa 1 mm ist es nötig, das Farbpulver durch Seidengaze zu sichten, um zu vermeiden, daß die Strömung durch größere Partikel gestört oder verhindert wird. Das gesiebte Farbpulver wird in einem verschlossenen Glase aufgehoben und eventuell wird der Gehalt an Feuchtigkeit bestimmt. Das Öl muß filtriert sein und darf keine Ausscheidungen von Stearin od. dgl. zeigen. Wird es über einem längeren Zeitraum verwendet, so muß z. B. durch Bestimmung der Säurezahl kontrolliert werden, ob es sich nicht geändert hat.

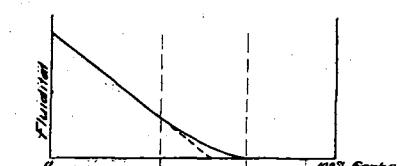


Fig. 8.

Mineralöl ist nicht zu verwenden, da die Aufschlämmungen sich nur sehr schlecht halten. Trocknende Öle sind wegen ihrer Veränderung in der Luft nicht geeignet, Glycerin ist unbrauchbar, weil es je nach der Konzentration Feuchtigkeit abgibt oder der Luft entzieht. Am besten geeignet sind raffinierte, farblose, beständige Pflanzenöle, wie Erdnußöl oder Sesamöl, die jedoch eine eigentümliche Eigenschaft aufweisen. Es hat sich gezeigt, daß die Viscosität dieser Öle durch Einwirkung aller untersuchten Pigmente um denselben kleinen Betrag erhöht wird.

Bei der Untersuchung des reinen Öles und Aufschlämmungen niedriger Konzentration muß deshalb ein Öl, welches vor der Verwendung einer Behandlung mit irgendeinem Farbpulver und nachfolgender Filtration unterworfen ist, verwendet werden. Bei dieser Behandlung sinkt die Fluidität des Öles, wie aus Fig. 9 a ersichtlich. Punkt 74 stellt die Fluidität des un behandelten Öles, Punkt 141 die des behandelten her. Die Punkte 74, 144, 145 zeigen, daß die Einwirkung bei einem Zusatz von etwa 4 % Schwerspat beendet ist. Die Tatsache, daß alle Kurven sich im Punkt 141 schneiden, zeigt, daß es sich um keine chemische Wirkung handelt. Eine solche würde für die verschiedenen Stoffe sicher nicht die gleiche sein. Dagegen handelt es sich vielleicht um eine Einwirkung von Wasser. Dieses ist noch näher zu untersuchen.

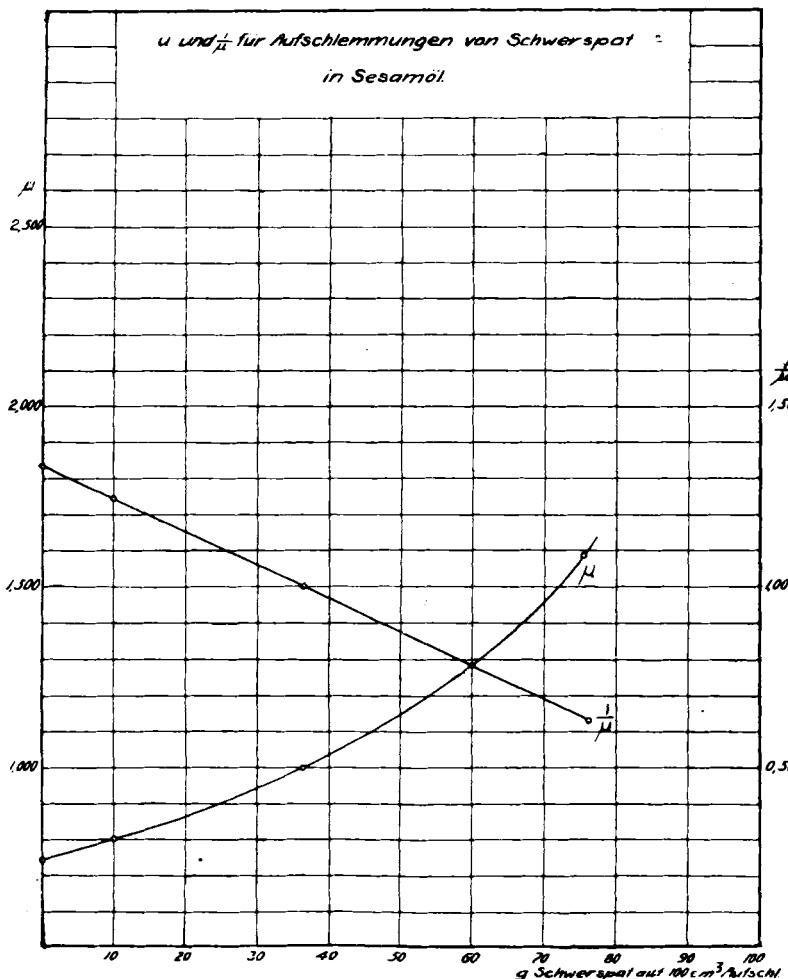


Fig. 9.

Mit Rücksicht auf die Verreibungszeit stellt man von einer Aufschlämmung nur so viel her, wie für die Bestimmung nötig ist. Die Aufschlämmung muß unmittelbar vor der Bestimmung hergestellt sein. Es ist sehr schwierig, eine alte Aufschlämmung wieder vollständig homogen zu reiben.

Das Farbpulver wird auf Papier abgewogen und in einen Mörser geschüttet. Das Papier wird zurückgewogen. Das Öl wird in einem Becherglas, das nachher zurückgewogen wird, titriert. Die Farbe wird zuerst vollständig mit wenig Öl verrieben, und erst danach wird das übrige Öl zugesetzt. Die Verreibung von etwa 40 g Farbpulver dauert etwa 20 Minuten. Die fertige Farbe wird sofort in den Viscosimeterbehälter gebracht und muß bis zur Beendigung des Versuches stets gerührt werden. Nach der Bestimmung wird das spezifische Gewicht der Aufschlämmung mittels eines kleinen Flaschenpyknometers festgestellt.

Bestimmung des spezifischen Gewichts.

Zur Berechnung der Viscosität einer Aufschlämmung braucht man ihr spezifisches Gewicht. Dieses kann in

jedem einzelnen Fall experimentell oder durch Interpolation zwischen festgelegte Werte bestimmt werden. Am leichtesten wird es jedoch aus den spezifischen Gewichten des Öles und des festen Stoffes berechnet. Ist dieses letzte nicht bekannt, so kann man es aus dem experimentell bestimmten spezifischen Gewicht einer Aufschlämmung von beliebiger Konzentration leicht berechnen. Wird das spezifische Gewicht der Aufschlämmung von der Konzentration K mit ρ bezeichnet, die des Pigmentes und die des Öles beziehungsweise ρ_{Pigment} und $\rho_{\text{Öl}}$, ist

$$\frac{K}{\rho_{\text{Pigment}}} + \frac{100 - K}{\rho_{\text{Öl}}} = \frac{100}{\rho}$$

Die experimentell bestimmten Kurven des spezifischen Gewichts haben mit den berechneten Werten gute Übereinstimmungen gezeigt.

Beschreibung des Viscosimeters.

Zur Bestimmung der Konsistenz (Viscosität, Fluidität) einer Aufschlämmung sind die gewöhnlichen Viscosimeter nicht verwendbar.

Die Bestimmung erfordert, daß die aufgeschlämme Substanz sich während des Versuchs nicht absetzen kann; die Bestimmung muß daher relativ schnell vorgenommen werden; der Apparat muß leicht gereinigt werden können, und es ist erwünscht, daß die Viscosität im absoluten Maß bestimmt wird, um einen wahren Ausdruck für die innere Reibung der Aufschlämmung zu erreichen.

Diese Ansprüche sind bei der Verwendung von dem auf Fig. 10 gezeigten Capillarviscosimeter erfüllt worden. Das Viscosimeter wird bis zum Strich A in die zu untersuchende Aufschlämmung getaucht, und die Zeit, um die Aufschlämmung bei einer bestimmten Temperatur und einem bestimmten Druck von Strich B zum Strich C aufzusaugen, wird gemessen.

In Fig. 11 ist die Versuchsaufstellung gezeigt. Mittels des Saugers P wird das gewünschte Vakuum in der etwa 10 l fassenden Flasche F hergestellt, danach wird der Hahn zwischen Sauger und Flasche geschlossen. Der Druck wird auf dem Quecksilbermanometer M abgelesen. Durch den Hahn H kann das Viscosimeter mit diesem Vakuum oder mit der Druckluftleitung in Verbindung gesetzt werden. Das Viscosimeter ist in dem Thermostaten T, welcher die Temperatur auf ein Fünftigstel Grad reguliert, angebracht.

Eichung des Viscosimeters.

Für die Strömung in einem Capillarviscosimeter gilt die Poisseules-Formel:

$$\mu = \frac{\pi \cdot g \cdot r^4 \cdot p \cdot t}{8V(1+\lambda)}$$

In dieser ist:

- μ = die absolute Viscosität,
- g = Beschleunigung der Schwerkraft,
- r = Radius der Capillare in Zentimeter,
- l = Länge der Capillaren in Zentimetern,
- p = der bewegende Druckunterschied in Dynen/qcm,
- V = das durchströmte Volumen in Kubikzentimeter,
- λ = Korrektion auf l wegen Unregelmäßigkeiten der Mündung,
- t = die Strömungszeit in Sekunden.

In der Formel von Poisseule ist nicht berücksichtigt, daß die Geschwindigkeit der Flüssigkeit beim Einströmen in das Capillarrohr vergrößert wird, und daß ein Teil des treibenden Druckes dazu verwendet wird, diesen Geschwindigkeitszuwachs zu erzeugen.

Nur der Rest des treibenden Druckes wird dazu verwendet, die innere Reibung der Flüssigkeit zu überwin-

den. Wird dieses berücksichtigt, so ergibt sich Poiseuilles Gleichung in folgender Form:

$$(1) \quad \mu = \frac{\pi \cdot g \cdot r^4 \cdot p \cdot t}{8V(1+\lambda)} - \frac{m \cdot \varrho \cdot V}{8\pi(1+\lambda)} \cdot \frac{1}{t}$$

wo

ϱ = das spezifische Gewicht,

m = eine Konstante, deren Wert etwa 1,12 beträgt.

In dieser Formel berücksichtigt das zweite Glied den Verlust an kinetischer Energie; er ist im Verhältnis zum ersten Glied um so kleiner, je größer die Durchflußzeit t und der treibende Druck p sind.

Wenn eine Bestimmung beim niedrigen Drucke und mit Flüssigkeiten von niedriger Viscosität, z. B. Wasser ausgeführt wird, muß das zweite Glied berücksichtigt werden, — beim größeren Drucke und mit Flüssigkeiten von höherer Viscosität, z. B. Öle, Aufschlämmungen usw. kann es vernachlässigt werden.

Im letzteren Fall kann die Gleichung 1:

$$(2) \quad \mu = K_p \cdot t$$

geschrieben werden.

Die Konstante K_p kann nach der Formel 1 berechnet werden, wird aber leichter, da die genaue Bestimmung von r , l und λ ziemlich umständlich ist, experimentell festgelegt.

Die Bestimmung von K_p kann in der Weise erfolgen, daß man die Strömungszeit t einer Flüssigkeit, deren absolute Viscosität μ bekannt ist, beim Drucke p , bestimmt, wonach

$$(3) \quad K_p = \frac{\mu}{t}$$

Die meisten der gewöhnlich verwendeten Eichflüssigkeiten, deren absolute Viscosität bekannt sind, können jedoch nicht in unserem Viscosimeter bei höherem Drucke verwendet werden, da sie beim Aufsaugen im Viscosimeter spritzen oder schäumen. Wir müßten deshalb erst die absolute Viscosität von einer Flüssigkeit, z. B. Sesamöl, welche beim höheren Drucke nicht die Neigung zum Spritzen hat, bei einem niedrigen Druck, bei welchem die angewandte Eichflüssigkeit, z. B. Wasser, nicht spritzt, bestimmen und danach K_p nach Gleichung 3 bestimmen.

Als Eichflüssigkeit kam Wasser, dessen absolute Viscosität bei mehreren verschiedenen Temperaturen bekannt ist, zur Verwendung, und die Eichung beim niedrigen Druck wurde in der Weise durchgeführt, daß das Viscosimeter vor der Aufsaugung bis zur Marke A in die respektiven Flüssigkeiten hineingetaucht und danach voll Wasser oder Sesamöl bis zur Marke C gesogen wurde, wonach die natürliche Ausflußzeit von der Marke C bis zur Marke B bestimmt wurde, indem Atmosphärendruck auf beiden Flüssigkeitsoberflächen innerhalb und außerhalb des Viscosimeters herrschte.

Beim natürlichen Auslauf ist der treibende Druck p in Gleichung 1 dem spezifischen Gewicht proportional. Gleichung 1 kann dann

$$(4) \quad \mu = A \varrho t - \frac{B \varrho}{t}$$

wo A und B Konstanten sind, geschrieben werden.

Diese Konstanten können durch Versuche mit zwei Flüssigkeiten von verschiedener Viscosität bestimmt werden. Z. B. wurden die Konstanten eines Viscosimeters Nr. III in der folgenden Weise ausgeführt:

Die Viscosität des Wassers ist nach Bingham:

$$\mu_{H_2O}^{H_2O} = 0,010054 \quad 0,007223 \quad 0,005491, \text{ das spez. Gewicht ist}$$

$$\varrho_{H_2O}^{H_2O} = 0,998 \quad 0,994 \quad 0,988, \text{ und die beobachteten Auslaufzeiten waren}$$

$$t_{H_2O}^{H_2O} = 61,3 \quad 47,9 \quad 40,2 \text{ Sek.}$$

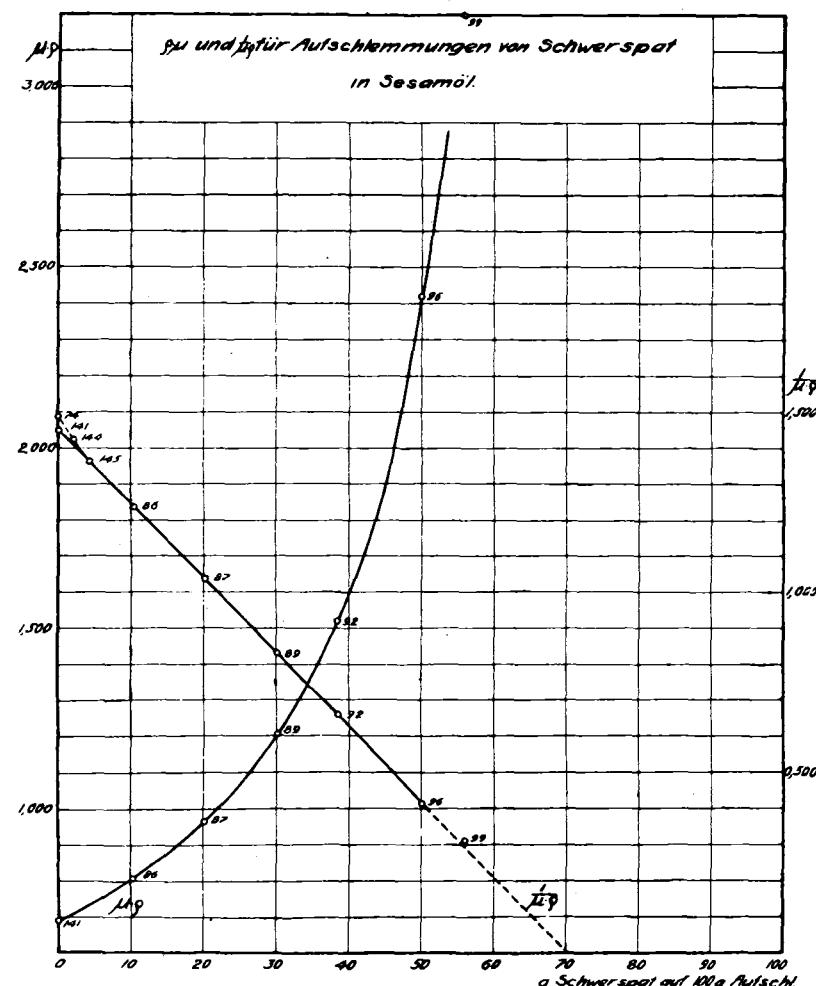
Die Gleichungen für 20° und 50° sind:

$$0,010054 = A \cdot 0,998 \cdot 61,3 - \frac{B \cdot 0,998}{61,3}$$

$$0,005491 = A \cdot 0,988 \cdot 40,2 - \frac{B \cdot 0,988}{40,2} \text{ und geben}$$

$$A = 0,0001836 \text{ und } B = 0,0724.$$

Als Probe wird aus den gefundenen Konstanten, der



war der verwendete Druck $p = 540$ cm Wassersäule, die Aufsaugungszeit $t = 79,2$ Sek.

Da die Viscosität des Sesamöles

$$\mu_{20} = 0.730 \text{ ist, ergibt sich}$$

$$0.730 = K_{540} \cdot 79.2, K_{540} = 0.00921$$

Dieses recht komplizierte Eichungsverfahren braucht nur einmal gemacht zu werden, um die absolute Viscosität irgendeines Öles zu bestimmen, welche dann als Eichflüssigkeit in einfachster Weise nach Gleichung 3 benutzt werden kann.

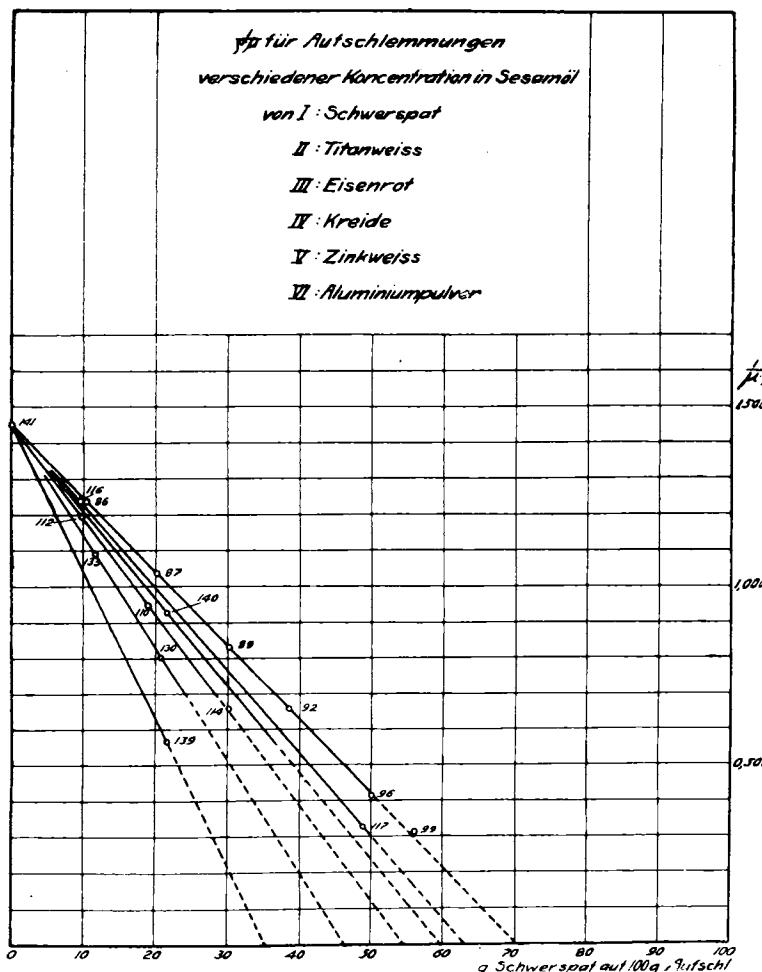


Fig. 9 b.

Im obenstehenden Beispiel wurde mit einem Unterdruck von 540 cm Wassersäule gearbeitet.

Insfern man bei einem andern Unterdruck x arbeiten will, läßt sich der Viscosimeterkonstant K_p für diesen Unterdruck leicht aus Gleichung:

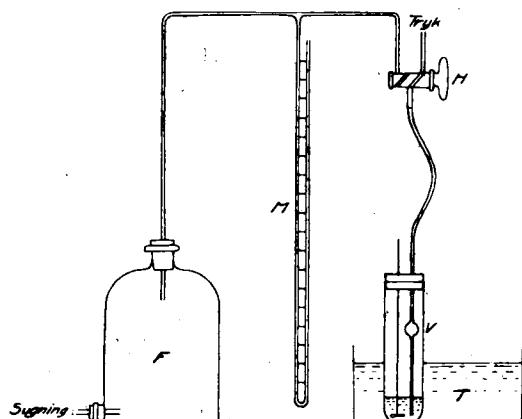


Fig. 11.

(5)

$$K_x = K_p \cdot \frac{x}{p}$$

berechnen.

In der Fortsetzung unserer Arbeit betreffend die Viscosität der Aufschlammungen sind wir der Frage, eine technische Viscositätsbestimmungsmethode für Öle, bei welcher man direkt deren absolute Viscosität finden konnte, nähergetreten.

Sofern es gelingen sollte, eine solche praktisch zu gestalten, wäre eine Möglichkeit vorhanden, diese anstatt derjenigen jetzt in den verschiedenen Ländern benutzten, und auf rein empirischer Grundlage ruhenden Methoden nach Engler, Sayboldt, Redwood und Barley, einzuführen.

Ein Vorschlag, um bei technischen Viscositätsbestimmungen die Viscosität

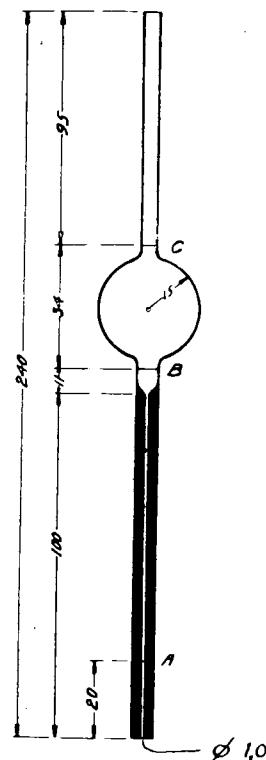


Fig. 10.

direkt im absoluten Maße mit einem Kapillarviscosimeter von dem oben erwähnten Typus zu bestimmen, wurde von P. E. Raaschou auf der fünften internationalen Konferenz für reine und angewandte Chemie in Kopenhagen 1924 gemacht.

Der Apparat, welcher „Vakuumviscometer“ benannt wird, kann zu diesem Zweck eine Form erhalten, daß die Bestimmung einfach nach der Gleichung

$$\mu = K_p \cdot t$$

erfolgen kann, indem K_p beim Kauf des Apparates angegeben werden kann.

Die Bestimmung mit dem Vakuumviscometer hat folgende Vorteile gegenüber den Bestimmungen mit Engler-, Sayboldt-, Redwood-, Barley- und ähnlichen Viscometern: Die Viscosität wird direkt in absolutem Maß bestimmt. Die Bestimmung kann bedeutend schneller und genauer ausgeführt werden.

Ein Bericht über diese Verwendung wird später erscheinen.

Dipl.-Ing. J. Nielsen hat uns wertvolle Hilfe bei der Ausführung dieser Arbeit geleistet, wofür wir ihm bestens danken.

[A. 9.]