

# Zeitschrift für angewandte Chemie.

1895. Heft 7.

## Zur Untersuchung der Zähflüssigkeit von Schmiermaterialien u. dgl.

Von

G. Lunge.

In meiner Abhandlung über die Prüfung des „präparirten Theers“ (d. Zsch. 1894, 449) hatte ich mir vorbehalten, das Princip des dort beschriebenen „Theerprüfers“ auch für andere Flüssigkeiten durchzuführen, bei denen eine Prüfung auf Zähflüssigkeit (Viscosität) vorgenommen werden soll. Der Theerprüfer ist eine Art von Aräometer von speciell für den vorliegenden Fall passender Form, welche es gestattet, alle Instrumente leicht in vollkommen genügender Gleichartigkeit herzustellen und sie nach dem Gebrauche mechanisch zu reinigen; als Maass für die Zähflüssigkeit wird dann die Schnelligkeit des Einsinkens bis zu einem bestimmten, oberhalb des specifischen Gewichts liegenden Punktes genommen. Bei Steinkohlentheerpräparaten z. B., deren spec. G. nie über 1,200 gehen wird, nimmt man als Grenzpunkt für das Einsinken 1,250. Zu dicht an das wirkliche spec. G. kann man nicht herangehen, weil das Einsinken zuletzt viel zu langsam erfolgt und der Augenblick, wo es beendigt ist, nicht genau bestimmt werden kann<sup>1)</sup>.

Hieraus geht hervor, dass man nicht ein und dasselbe Instrument für Flüssigkeiten von sehr verschiedenen specifischen Gewichten verwenden kann, vielmehr besondere Instrumente für verschiedene Zwecke construirenn muss. Wir beschäftigen uns zunächst mit einem solchen, das für die Untersuchung von Schmierölen auf ihre Viscosität bestimmt ist, und das ich deshalb als „Ölprüfer“ bezeichnen will. Nachdem ich eine Anzahl von verschiedenen Formen für diesen Zweck versucht hatte, bin ich bei der in Fig. 97 in  $\frac{1}{4}$  natürlicher Grösse dargestellten stehen geblieben. Das Instrument ähnelt in der äusseren Form durchaus dem „Theerprüfer“, ist also in seinem unteren Theile ganz cylindrisch, bis auf den halbkugeligen Boden;

aber das Gewicht ist verschieden, da man im vorliegenden Falle mit Flüssigkeiten von geringerem specifischen Gewichte (unter 1,000) arbeiten muss. Mein Originalinstrument wiegt 36,6 g, der untere erweiterte Theil hat eine Länge von 95 mm bis zur oberen cylindrischen Spindel und einen Durchmesser von genau 20 mm; die obere Spindel ist 190 mm lang und 11 mm im Durchmesser, dabei ziemlich stark im Glase. Die Beschwerung ist durch oben mit Siegellack abgeschlossenes Bleischrot bewirkt. Die Scala beginnt 10 mm über der Verengerung mit dem spec. G. 1,250 und hat bis zu dem obersten Punkte (für 0,850) eine Länge von 150 mm. Nach diesen Angaben kann man ganz gleiche Instrumente herstellen, die man übrigens vom Glasbläser E. Stadelmann, Neumarkt, Zürich, beziehen kann.

Die Versuche wurden nach meiner Anweisung von Herrn Chemiker Paul Zilchert angestellt, dem ich für seine bereitwillig gewährte Beihilfe meinen besten Dank abstatte.

Es sei gleich am Eingange bemerkt, dass unsere Versuche Folgendes ergeben haben. Der neue Ölprüfer ist für die Mehrzahl der Schmieröle nicht brauchbar, weil das Einsinken zu schnell erfolgt. Er hat sich aber vorzüglich für Schmiermaterialien von grösserer Zähigkeit bewährt, bei denen das Engler'sche (u. gewiss auch jedes analoge, die Ausflussgeschwindigkeit messende) Viscosimeter bei gewöhnlicher Temperatur entschieden versagt. Ja, es fanden sich sogar einige Schmieröle vor, bei denen beide Instrumente keine Anwendung finden können, das Engler'sche, weil es zu langsam, das meinige, weil es zu schnell arbeitet.

Die Versuchöle wurden mir von der Firma R. Dietrich & Cie. in Zürich geliefert, der ich für ihre Gefälligkeit hier ebenfalls meinen Dank sagen möchte. Es waren folgende 15 Ölsorten: 1. Helles Cylinderöl 0,890; 2. dunkles Cylinderöl 0,900, beide amerikanischen Ursprungs; 3. Ricinusöl, 1. Pression; 4. amerikanisches Mineralöl 0,910; 5. dito 0,885; 6. Leinöl, holländisch;

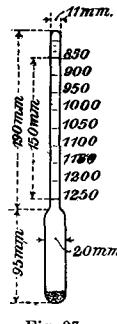


Fig. 97.

<sup>1)</sup> Es sei schon jetzt bemerkt, dass der „Theerprüfer“ auch zur Bestimmung der Viscosität von Gummilösungen dienen kann, worüber ich noch weitere Versuche anstellen will.

7. Knochenöl; 8. rohes Rüböl; 9. gereinigtes Rüböl; 10. Spermaceti-Öl Ia; 11. Olivenöl „lampante“; 12. Oleonaphta 0,916 (russisch); 13. dito Ia 0,906; 14. dito IIa 0,895; 15. dito dunkel III 0,910.

Von allen diesen Sorten liessen sich nur die drei ersten mit dem Ölprüfer untersuchen. Dies geschah ganz wie bei dem „Theerprüfer“ beschrieben. Das betreffende Öl wird in einen Glascylinder (Äräometercylinder) gebracht und dieser in ein grosses Gefäss gestellt, das etwa 10 l Wasser enthält und dessen Temperatur deshalb ohne Schwierigkeit während der Versuchsdauer constant erhalten werden konnte. Der Inhalt des Cylinders wird mit einem unten ringförmig umgebogenen Drahte gut durchgemischt, bis er die Temperatur des Wassermantels erreicht hat. Man muss dabei unbedingt ein richtiges Thermometer anwenden, das mit einem Normalthermometer verglichen worden ist; schon  $\frac{1}{4}^{\circ}$  Temperaturunterschied macht (wie bei allen Viscositätsbestimmungen) sehr merkbare Differenzen. Als Endpunkt des Einsinkens wurde die Marke für 0,975 angenommen, weil keines der Öle dieses spec. G. erreicht und man bei allen diesen Bestimmungen die gleiche Einheit wählen muss, die soweit oberhalb des spec. G. der Flüssigkeit liegt, dass das letzte Einsinken nicht gar zu langsam und unbestimmbar erfolgt.

Im Übrigen wird genau so verfahren, wie ich es bei dem „Theerprüfer“ beschrieben habe. Man hält also das Instrument so, dass sein Boden die Oberfläche der Flüssigkeit eben berührt, lässt los und beobachtet mit der Secundenuhr die Zeit, die verfliesst, bis das Instrument an der Marke (hier also bei 0,975) angekommen ist. Angenehm ist es, wenn man ein Stativ mit Federklammer hat, in der man das Instrument in der richtigen Stellung aufhängt und im gegebenen Momenten durch Druck auf die Klammer fallen lässt. Ebenso ist es angenehm (aber durchaus nicht unentbehrlich), statt einer gewöhnlichen Secundenuhr einen der bekannten Secundenzähler anzuwenden, die durch Ein- und Ausrücken eines Stiftes ausgelöst und im richtigen Augenblick gehemmt werden. Wenn das Instrument sich beim Einsinken schief stellt, so kann man es ruhig durch einen leichten Seitendruck gerade richten, ohne einen Fehler in der Einsenkungs-Geschwindigkeit zu verursachen. Man vernachlässigt die erste Beobachtung, bei der das trockne Instrument zur Anwendung kam, und nimmt das Mittel aus den folgenden, vor denen es jedesmal einige Minuten abgetropft hatte.

Die Beobachtungen ergaben folgende

Werthe (in Secunden) für die Zeit des Einsinkens bis zu 0,975.

No. 1.	Helles Cylinderöl	0,890.
	Temperatur	$15,0^{\circ}$ .
29 — 30 — 30 — 30 — 30;	Mittel	29,8 Sec.
	Temperatur	$20,0^{\circ}$ .
18 — 17 — 18 — 18 — 17;	Mittel	17,6 Sec.
No. 2.	Dunkles Cylinderöl	0,900.
	Temperatur	$14,75^{\circ}$ .
120 — 119 — 118 — 118 — 118;	Mittel	118,6 Sec.
	Temperatur	$15,0^{\circ}$ .
110 — 108 — 110 — 110 — 109;	Mittel	109,4 Sec.
	Temperatur	$20,0^{\circ}$ .
57 — 57 — 57 — 57 — 57;	Mittel	57 Sec.
No. 3.	Ricinusöl.	
	Temperatur	$15,0^{\circ}$ .
31 — 31 — 31 — 32 — 31;	Mittel	31,2 Sec.
	Temperatur	$20,0^{\circ}$ .
23 — 22 — 23 — 22 — 21;	Mittel	22,5 Sec.

Wir bemerken den enormen Unterschied in der Viscosität zwischen dem hellen und dunklen Cylinderöl mit nicht sehr weit auseinander liegenden spec. G. (0,890 u. 0,900), nämlich bei  $15^{\circ}$  für das erstere 30, für das zweite  $109\frac{1}{2}$  Secunden, bei  $20^{\circ}$  für das erstere  $17\frac{1}{2}$ , für das zweite 57 Secunden; ferner den Unterschied, den im 2. Falle schon  $\frac{1}{4}^{\circ}$  des Thermometers machte, nämlich 9 Secunden.

Wie schon bemerkt, liess sich keines dieser Öle mit dem Engler'schen Viscosimeter untersuchen, da sie viel zu zäh dafür waren. Umgekehrt waren alle folgenden zu dünn für den „Ölprüfer“; mit dem Engler'schen gaben sie folgende Werthe (für 200 cc)<sup>2)</sup>:

No. 4. Amerikan. Mineralöl 0,910.  
799 — 870; Mittel 841,3 Sec. Temperatur während des Versuches von  $15\frac{1}{4}$  auf  $16\frac{1}{4}$  bis  $17\frac{1}{2}^{\circ}$  steigend.

No. 5. Amerikan. Mineralöl 0,885.  
361 — 361 — 364; Mittel 362 Sec. Temperatur  $15\frac{1}{4}$  bis  $16\frac{1}{2}^{\circ}$ .

No. 6. Holländisches Leinöl.  
432 — 436 — 442; Mittel 436,6 Sec. Temperatur  $15\frac{1}{4}$  bis  $16\frac{1}{2}^{\circ}$ .

No. 7. Knochenöl.  
789 — 799 — 850; Mittel 812,7 Sec. Temperatur  $15\frac{1}{4}$  bis  $16\frac{1}{2}^{\circ}$ .

No. 8. Rohes Rüböl.  
827 — 790 — 833; Mittel 817 Sec. Temperatur  $15\frac{1}{2}$  bis  $17\frac{1}{2}^{\circ}$ .

No. 9. Gereinigtes Rüböl.  
784 — 807 — 816; Mittel 802,3 Sec. Temperatur  $15\frac{1}{2}$  bis  $18^{\circ}$ .

No. 10. Spermacetiöl Ia.  
355 — 346 — 350; Mittel 350,2 Sec. Temperatur  $15\frac{1}{4}$  bis  $16\frac{1}{2}^{\circ}$ .

No. 11. Olivenöl „lampante“. 699 — 727 — 746; Mittel 724 Sec. Temperatur  $15\frac{1}{4}$  bis  $16\frac{1}{4}^{\circ}$ .

<sup>2)</sup> Unser Engler'sches Viscosimeter hat keinen Wassermantel, und liess sich daher die Temperatur darin nicht constant halten; da der Zweck, eine Vergleichung mit dem „Ölprüfer“ anzustellen, doch nicht erreicht wurde, so kommt es hierauf nicht an.

No. 12. Oleonaphtha O.

Spec. Gew. 0,916, liess sich mit dem Engler'schen Instrumente nicht mehr untersuchen, da es nur in einzelnen Tropfen ganz langsam abfloss. Mit meinem Ölprüfer wurden aber bei  $15^{\circ}$  nur 4 Secunden gebraucht, so dass er dafür unbrauchbar erscheint.

No. 13. Oleonaphtha I.

Spec. Gew. 0,906. Verhielt sich gegen beide Viscosimeter genau wie das vorige, liess sich also mit keinem derselben prüfen.

No. 14. Oleonaphtha II.

Spec. Gew. 0,895. Zu leichtflüssig für den Ölprüfer, bei dem Engler'schen Instrumente nicht continuirlich fliessend, aber doch untersuchbar. Werthe: 780 — 812 — 830; Mittel 807 Sec. Temperatur  $15^{\circ} \frac{1}{2}$  bis  $18^{\circ}$ .

No. 15. Oleonaphtha III.

Spec. Gew. 0,910. Dunkel. Verhielt sich wie No. 12 und 13, also mit keinem der beiden Instrumente zu untersuchen.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass ich von Herrn Stadelmann gleich noch mehrere andere „Ölprüfer“ herstellen liess, um mich zu überzeugen, ob sie gleichförmige Resultate geben. Die Probe darauf wurde mit Ricinusöl bei  $15^{\circ}$  gemacht, das mit dem Originalinstrumente die Zahl 31 ergeben hatte. Mit den anderen Instrumenten, deren Gewichte ich gleich in Klammern beisetze, erhielt Herr Zilchert stets im Mittel von 5 sehr nahe übereinstimmenden Versuchen: 31,5 Sec. (37,3 g); 31,4 Sec. (37,1 g); 31,0 Sec. (37,4 g); 31,8 Sec. (37,5 g). Bei einem 37,2 g wiegenden Instrumente betrug allerdings die Zeit 34 Secunden, aber diese Abweichung erklärt sich daraus, dass zufällig hier ein Glasrohr von anderer Stärke für die Spindel genommen worden war und daher, bei gleichem Gesamtgewichte, ein anderes Verhältniss zwischen dem oberen und unteren Theile der Spindel als bei den übrigen Instrumenten vorhanden war. Dies wird, da wir nun den Grund davon kennen, in Zukunft bei den von Herrn Stadelmann anzufertigenden Instrumenten nicht mehr vorkommen. Auch bei anderen Viscosimetern werden ja die verschiedenen Instrumente nicht ganz identisch herauskommen und mit einem Normalinstrumente oder mittels einer Normalflüssigkeit verglichen werden müssen, für welche ich im Falle des „Ölprüfers“ gereinigtes Ricinusöl empfehlen möchte.

Zu den Versuchen von Barnes und Veesenmeyer über mein Gaselement.

Von

Dr. W. Borchers.

Ohne in Zweifel ziehen zu wollen, dass die Versuche (d. Z. Heft 4) von Barnes und Veesenmeyer mit aller Sorgfalt ausgeführt worden sind, scheinen mir die Herren Experimentatoren in ihren Schlussfolgerungen entschieden zu weit gegangen zu sein.

Eine Grundbedingung für die Stromerzeugung auf chemischem Wege ist die Trennung der Anodensubstanz von ihrem Oxydations- bez. Lösungsmittel. Ich verweise zur Begründung dieser Forderung auf einen Vortrag Ostwald's vor dem deutschen Elektrotechnikerverbande (Z. Elektr. 1894, S. 122). Wenn B. und V. also sahen, dass ein lebhaftes „Diffundiren der oxydierten Flüssigkeit durch die poröse Zellwand hindurch nach dem Anodenraume stattfand“, so mussten sie sich von vornherein sagen, dass ein derartiges Element das erwartete Resultat nicht geben konnte.

Sollte es sich nun bestätigen, dass Kupferlösungen gegen alle porösen Scheidewände das von B. und V. beobachtete Verhalten zeigen, so wäre durch ihre Versuche nur erwiesen, dass sich Apparate mit porösen Diaphragmen für solche Elemente nicht eigneten. Die in Figuren 11 und 12 dieser Zeitschrift (S. 27) abgebildeten Apparate würden dann einer Modification bedürfen.

Aber auch diesen Beweis haben B. und V. so lange noch nicht geliefert, bis sie nicht verschiedene Diaphragmenstoffe untersucht haben. Ein Gegenbeweis ist vielmehr schon durch Tatlow (Electrician, London, 1895, No. 870) geliefert. Derselbe hat, veranlasst durch meinen Bericht, ein Element zusammengestellt, welches Kupferchlorid- und Kupferchlorürösung, getrennt durch eine poröse Scheidewand, enthielt und trotz der Anwendung von zwei Kohleelektroden 0,2 Volt lieferte. Beim Einleiten von Kohlengas oder beim Einröhren von Petroleum in das Kupferchlorür stieg die elektromotorische Kraft auf 0,36 Volt. Es gibt also augenscheinlich Diaphragmen, welche Kupferchlorid und Kupferchlorür getrennt zu halten im Stande sind. Weitere Untersuchungen werden ja Aufklärung auch über diese Punkte bringen. —

Den Behauptungen von B. und V. gegenüber, „sie haben in allen wesentlichen Punkten die von mir angegebenen Anordnungen beibehalten“, beruhen auf einem Irrthume. Mein Originalbericht (vergl. auch Heft 1