

38. Spezifisches Gewicht, Dichte von Schmierölen

- 1.) Literatur.
- a) Deutsches Normenblatt DIN DVM 3653 (November 1932)
 - b) Richtlinien für Einkauf und Prüfung von Schmiermitteln, 6. Aufl. Düsseldorf, 1933, S. 64
 - c) D. Holde, Kohlenwasserstofföle und Fette, 7. Aufl. 1933, S. 1 ff.

2.) Allgemeines. Das spezifische Gewicht gibt an, wieviel mal schwerer ein Körper im luftleeren Raume ist als das gleiche grosse Volumen Wasser bei 4°C. Das Wasser hat das spezifische Gewicht von 1.0000 bei 4°C und wird als Einheit angenommen. Die in Deutschland geltende Normaltemperatur für das spezifische Gewicht ist 20°C. Das spezifische Gewicht bei 20° ist auf das spezifische Gewicht von Wasser bei 4°C bezogen.

$$\text{Spez. Gew. bei } 20^{\circ}\text{C} = \frac{\text{Gewicht des Stoffes bei } 20^{\circ}\text{C}}{\text{Gewicht des gleich grossen Volumens Wasser bei } 4^{\circ}\text{C}}$$

Die Dichte ist das Verhältnis der Masse einer Stoffmenge zu ihrem Volumen. Sie wird ausgedrückt in Gramm pro Kubikzentimeter.

$$\text{Dichte } 20^{\circ} = \frac{\text{Gewicht des Stoffes bei } 20^{\circ}\text{C}}{\text{Volumen des Stoffes bei } 20^{\circ}\text{C}} = \text{g/cm}^3$$

Die Ausdrücke spezifisches Gewicht und Dichte werden wegen ihrer zahlenmässigen Gleichheit praktisch ohne Unterschied gebraucht.

Zur Bestimmung der Dichte bedient man sich der Spindel (Aräometer) oder des Pyknometers.

3.) Reagentien.

4.) Apparatur.

Die Spindel (Aräometer) ist ein zylindrischer Schwimmkörper, dessen unteres Ende beschwert ist. Die obere Hälfte ist stabförmig verjüngt und trägt die Einteilung (1/1000) der spezifischen Gewichte. Die Spindel soll zweckmässig auch als Thermometer ausgebildet sein.

Das Pyknometer ist ein Gefäss mit kapillarem Ansatzrohr und eingeschliffenem Thermometer. Das Gefäss muss nach dem Einsetzen des Thermometers bis zum oberen Rande der Kapillare, bzw. wenn eine Strichmarke vorhanden ist, bis zu dieser gefüllt sein. Der Inhalt für das gebräuchlichste Pyknometer

beträgt genau 10 cm^3 bei 20°C . Bei nicht genügender Materialmenge werden auch kleinere Pyknometer ohne Thermometer von $1 - 5 \text{ cm}^3$ verwandt. Diese haben einen eingeschlifften Stopfen mit kapillarer Durchbohrung und liefern bei sorgfältigem Arbeiten genaue Werte. Andererseits kann man auch, besonders für leichtflüssige Stoffe, statt der Pyknometer geeichte Messkolben von z.B. 50 oder 100 cm^3 Inhalt benutzen. Bei sorgfältiger Wägung auf $0,1 \text{ g}$ wird die Bestimmung auf drei Dezimalen genau.

5.) Ausführung.

a) Bestimmung der Dichte mit der Spindel.

Die Untersuchung erfolgt in einem Raume, dessen Temperatur weitgehend konstant ist. Die zu untersuchende Flüssigkeit (Benzin, Öl etc.) wird in einen Standzylinder gefüllt und zum Ausgleich der Temperatur mit einem Rührer in senkrechter Richtung durchgemischt. Nachdem die Flüssigkeit die Raumtemperatur angenommen hat, rührt man noch einmal durch und ~~lässt dann die Spindel, die unterdessen die Raumtemperatur angenommen hat, in die Flüssigkeit gleiten.~~ Der Standzylinder muss eine lichte Weite von 40 mm haben, damit die Spindel nicht an der Glaswand haften kann. Bei dünnflüssigen Ölen und anderen nicht viskosen Flüssigkeiten liest man nach etwa einer Minute, bei zähflüssigen nach einer etwas längeren Wartezeit an der Spindelskala die Dichte und an der Thermometerskala die Temperatur ab. Bei durchsichtigen Flüssigkeiten muss die Dichte in der Ebene des Flüssigkeitsspiegels, bei undurchsichtigen am oberen Wulstrand abgelesen werden. Der sich an der Spindel bildende Wulstrand hat eine durchschnittliche Höhe von 2 mm und ist dadurch zu berücksichtigen, dass man soviel Skalenteile zu der Ablesung zuzählt, als 2 mm auf der Skala ausmachen. Die Ermittlung der Dichte mit der Spindel dient nur zur betriebsmässigen Untersuchung.

~~b) Bestimmung der Dichte mit dem Pyknometer.~~

Die normale Ausführung der Bestimmung wird bei 20°C vorgenommen. Man füllt das auf $ca. 20^\circ\text{C}$ temperierte Öl in ein Pyknometer und stellt dieses in

- 3 -

ein Wasserbad von 20°C. Nach völligen Temperaturausgleich zwischen Öl und Wasserbad, wobei man nötigenfalls durch Auftropfen von Öl auf die Kapillare für vollständige Füllung des Pyknometers gesorgt hat, trocknet man dieses schnell aber sorgfältig ab, setzt die Glaskappe auf die Kapillare auf und wägt. Um eine Erwärmung des Pyknometers durch Anfassen zu verhindern, wird es möglichst nur mit zwei Fingern am Halse angefasst.

6.) Berechnung. (Pyknometerbestimmung.)

$$D_{20} = 0,0012 + \frac{\text{Vollgew.d. Pykn. m. Luft} - \text{Leergew.d. Pykn.}}{\text{Inhalt d. Pykn. bei } 20^{\circ}\text{C.}} \quad \text{i. Luft}$$

Die beim Wiegen des leeren Pyknometers mitgewogene Luft berücksichtigt man dadurch, dass man ihr Gewicht entweder vom Leergewicht abzieht oder das Gewicht eines Kubikzenthimeters Luft bei 20°C = 0,0012 g dem spezifischen Gewicht bzw. der Dichte hinzuzählt.

7.) Beispiel: (Pyknometerbestimmung).

$$D_{20} = 0,0012 + \frac{(24,5120 - 15,9295)}{10,000}$$

$$= 0,0012 + 0,85825 = \underline{\underline{0,85945}}$$

oder: Leergewicht m. Luft	15,9295
Luftgewicht	<u>0,0120 g</u>
Leergewicht ohne Luft	15,9175 g
Vollgewicht	24,5120 g
Leergewicht ohne Luft	<u>15,9175 g</u>
Wahres Gewicht der Flüssigkeit	8,5945 g
8,5945 : 10 =	<u><u>0,85945</u></u>

8.) Besondere Hinweise: Die nach dieser Arbeitsweise ermittelte Dichte ist bis auf eine Einheit der vierten Dezimalen genau.

Wird die Dichte bei einer anderen Temperatur als bei 20°C bestimmt, so kann man den bei der Arbeitstemperatur ermittelten Wert mit Hilfe nachfolgender Tabelle auf 20°C umrechnen.

- 4 -

	Dichte bzw. spez. Gewicht	Korrektur pro 1°C
690 - 730	0,00085	0,00085
730 - 760	0,00080	0,00075
		0,0007
		0,00065
		0,00062

Für je 1°C höherer Temperatur hat man die Korrektur hinzuzuzählen, bei niedriger Arbeitstemperatur abzuziehen.

Praktisch führt man die Bestimmung bei Zimmertemperatur aus, dass man die Flüssigkeit etwas unter Zimmertemperatur abkühlen lässt und dann in das Pyknometer einfüllt. Man setzt nun das Thermometer ein und reinigt sorgfältig von der übergelaufenen Flüssigkeit. Das Pyknometer wird jetzt in die Nähe der Waage gestellt, um es mit der Zimmertemperatur ausgleichen zu lassen. Durch den Temperaturanstieg dehnt sich naturgemäß die Flüssigkeit aus und fließt aus dem Kapillarrohr über. Nachdem sich die Temperatur ausgeglichen hat, reinigt man das Pyknometer von der übergelaufenen Flüssigkeit, setzt die Glaskappe auf das Kapillarrohr und wägt.

Beispiel:

Gegeben sei die Dichte bei 18°C
 Gesucht wird die Dichte " 20°C
 Die Korrektur für die Temperatur-Differenz beträgt nach der Tabelle 2 . 0,00065 = 0,0013. Somit ist die Dichte bei 20° = 0,8608 - 0,0013 = 0,8595g/cm³.
D₂₀ = 0,8595.

9.) Fehlergrenze.

Prüffehler a) mit der Spindel	0,001,
b) mit dem Pyknometer	0,0005

10.) Auswägen des Pyknometers.

Man bestimmt zunächst das Leergewicht des Pyknometers abzüglich des Gewichtes der in ihm befindlichen Luft. (1,2 mg/cm³). Dann füllt man das Pyknometer mit ausgekochtem destilliertem Wasser von Zimmertem-

peratur t_1 . Nach dem Temperatenausgleich ermittelt man das Vollgewicht. Subtraktion des Leergewichts vom Vollgewicht ergibt das Gewicht des Wassers bei der Temp. t_1 . Durch Division des Wassergewichtes durch die Dichte des Wassers bei der Temp. t_1 (s. Tabelle w. u.) erhält man das Volumen V_1 des Pyknometers bei dieser Temperatur. Unter Zugrundelegung eines mittleren kubischen Ausdehnungskoeffizienten des Glases von $1/40\ 000 = 0,000025$ berechnet sich hieraus das Pyknometervolumen bei einer anderen Temperatur t_2 zu

$$V_2 = V_1 \left(1 + \frac{1}{40000} (A_2 - A_1) \right) \text{ oder}$$

$$V_2 = V_1 \left(1 + 0,000025 (A_2 - A_1) \right)$$

Beispiel: Ein Pyknometer von 10 cm^3 Inhalt soll bei 20°C geeicht werden.

Die Arbeitstemperatur beträgt 24°C .

Gewicht des Pyknometers mit Luft	15,9258 g
" von 10 cm^3 Luft bei 24°C	<u>0,0119 g</u>
	15,9139 g
Gew.d.mit Wasser gefüllten Pykn.	<u>25,8901 g</u>
Leergewicht des Pyknometers	<u>15,9139 g</u>
Gew.d.Wassers bei 24°C	9,9762 g
Volumen d. Pykn. bei 24°C	$\frac{9,9762}{0,997323} = 10,003$

$$V_1 = 10,003\text{ cm}^3$$

$$V_2 = 10,003 \left(1 + 0,000025 (20 - 24) \right)$$

$$= 10,003 \left(1 + 0,0005 - 0,0006 \right)$$

$$= 10,003 \cdot 0,9999 = 10,002$$

V_2 , das Volumen des Pyknometers bei 20°C , beträgt also $10,002\text{ cm}^3$.

gez. Bay

redigiert: gez. Tramm

Henke-Stark

Tabelle V. Dichte des luftfreien Wassers.
(Nach Landolt-Börnstein, 5.Aufl. (1923)Bd.I S.74)

t°	Dichte	t°	Dichte	t°	Dichte
0	0,999868	12	0,999525	24	0,997797
1	927	13	404	25	071
2	968	14	271	26	0,996810
3	992	15	126	27	539
4	1,000000	16	0,998970	28	259
5	0,999992	17	801	29	0,995971
6	968	18	622	30	673
7	929	19	432	31	367
8	876	20	230	32	052
9	808	21	019	33	0,994729
10	727	22	0,997797	34	398
11	632	23	565	35	058

Tabelle II. Spez.Gew. der trockenen Luft (mit 0,04 Vol% CO₂)
(nach Landolt-Börnstein.5.Aufl.(1923)Bd.I. S 44.)

t°	Dichte	t°	Dichte	t°	Dichte
10	0,0012472	20	0,0012046	30	0,0011647
11	428	21	004	31	609
12	385	22	0,0011964	32	570
13	341	23	923	33	533
14	298	24	883	34	495
15	255	25	843	35	458
16	213	26	803		
17	170	27	764		
18	129	28	725		
19	087	29	686		