

ICS 83.080.01

Ersatz für
DIN EN ISO 1183-1:2004-05

**Kunststoffe –
Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten
Kunststoffen –
Teil 1: Eintauchverfahren, Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer und
Titrationsverfahren (ISO 1183-1:2012);
Deutsche Fassung EN ISO 1183-1:2012**

Plastics –
Methods for determining the density of non-cellular plastics –
Part 1: Immersion method, liquid pyknometer method and titration method
(ISO 1183-1:2012);
German version EN ISO 1183-1:2012

Plastiques –
Méthodes de détermination de la masse volumique des plastiques non alvéolaires –
Partie 1: Méthode par immersion, méthode du pycnomètre en milieu liquide et méthode
par titrage (ISO 1183-1:2012);
Version allemande EN ISO 1183-1:2012



Gesamtumfang 15 Seiten

Normenausschuss Kunststoffe (FNK) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 1183-1:2012) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ (Sekretariat: SAC, China) in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NBN (Belgien) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 054-01-03 AA „Physikalische, rheologische und analytische Prüfungen“ im Normenausschuss Kunststoffe (FNK) im DIN.

DIN EN ISO 1183, *Kunststoffe — Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen* besteht aus:

- Teil 1: *Eintauchverfahren, Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer und Titrationsverfahren*
- Teil 2: *Verfahren mit Dichtegradientensäule*
- Teil 3: *Gas-Pyknometer-Verfahren*

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 291	siehe	DIN EN ISO 291
ISO 472	siehe	DIN EN ISO 472

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 1183-1:2004-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Norm redaktionell überarbeitet;
- b) Berücksichtigung der relativen Feuchte bei der Angabe der Dichte von Luft in der Legende von Gleichung 5 sowie Korrektur der Gleichung 6 zur Berechnung der Dichte von Luft in Abschnitt 6 „Korrektur hinsichtlich des Luftauftriebs“;
- c) Neuaufnahme des informativen Anhangs B „Korrektur hinsichtlich des Luftauftriebs“ zur näheren Beschreibung der Herleitung von Gleichung 5;
- d) Neuaufnahme von „Literaturhinweise“, eine Referenz zur Berechnung der Dichte von Luft enthaltend.

Frühere Ausgaben

DIN 53479: 1954x-09, 1976-07
DIN EN ISO 1183-1: 2004-05

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 291, *Kunststoffe — Normalklimate für Konditionierung und Prüfung*

DIN EN ISO 472, *Kunststoffe — Fachwörterverzeichnis*

Deutsche Fassung

Kunststoffe —
Verfahren zur Bestimmung der Dichte von
nicht verschäumten Kunststoffen —
Teil 1: Eintauchverfahren, Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer
und Titrationsverfahren
(ISO 1183-1:2012)

Plastics —
Methods for determining the density of
non-cellular plastics —
Part 1: Immersion method, liquid pycnometer
method and titration method
(ISO 1183-1:2012)

Plastiques —
Méthodes de détermination de la masse volumique
des plastiques non alvéolaires —
Partie 1: Méthode par immersion, méthode du pycnomètre
en milieu liquide et méthode par titrage
(ISO 1183-1:2012)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 2. Juni 2012 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Konditionieren	5
5 Verfahren	5
6 Korrektur hinsichtlich des Luftauftriebs	10
7 Prüfbericht	10
Anhang A (informativ) Flüssigkeitssysteme, die für die Verwendung beim Verfahren C geeignet sind	11
Anhang B (informativ) Korrektur hinsichtlich des Luftauftriebs	12
Literaturhinweise	13

MAHCO

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 1183-1:2012) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NBN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2013, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2013 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 1183-1:2004.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 1183-1:2012 wurde vom CEN als EN ISO 1183-1:2012 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

MAHCO

WARNUNG — Die Anwendung dieses Teils von ISO 1183 kann die Anwendung gefährlicher Substanzen, Arbeitsgänge und Geräte einschließen. Dieser Teil von ISO 1183 erhebt nicht den Anspruch, dass alle mit ihrer Anwendung verbundenen Sicherheitsprobleme angesprochen werden. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders dieses Teils von ISO 1183, geeignete Vorsichtsmaßnahmen für den Arbeits- und Gesundheitsschutz zu treffen und die Anwendbarkeit einschränkender Vorschriften vor der Anwendung zu bestimmen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 1183 legt drei Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen fest, die in Form von blasenfrei geformten oder extrudierten Gegenständen, aber auch als Pulver, Flocken und Granulat vorliegen.

- **Verfahren A: Eintauchverfahren**, für blasenfreie feste Kunststoffe (ausgenommen Pulver).
- **Verfahren B: Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer**, für Teilchen, Pulver, Flocken, Granulat oder zerkleinerte Fertigteile.
- **Verfahren C: Titrationsverfahren**, für blasenfreie Kunststoffe in jeder Form.

ANMERKUNG Dieser Teil von ISO 1183 ist anwendbar auf Pellets, sofern sie blasenfrei sind. Die Dichte wird häufig angewendet, um die Veränderungen von physikalischen Strukturen oder Zusammensetzungen von Kunststoffen zu verfolgen. Die Dichte kann auch bei der Beurteilung der Einheitlichkeit von Proben oder Probekörpern von Nutzen sein. Häufig hängt die Dichte von Kunststoffen von der Wahl des Verfahrens zur Herstellung der Probekörper ab. Falls das zutrifft, müssen nähere Einzelheiten zum Herstellungsverfahren der Probekörper in der entsprechenden Materialspezifikation enthalten sein. Diese Anmerkung gilt für alle drei Verfahren.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 291, *Plastics — Standard atmospheres for conditioning and testing*

ISO 472, *Plastics — Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 472 und die folgenden Begriffe.

3.1

Masse

m

Menge der in einem Körper enthaltenen Materie

ANMERKUNG Sie wird in Kilogramm (kg) oder Gramm (g) angegeben.

3.2

scheinbare Masse

m_{APP}

Masse eines Körpers, die durch Messen von dessen Gewichtskraft mit einer angemessen kalibrierten Waage erhalten wird

ANMERKUNG Sie wird in Kilogramm (kg) oder Gramm (g) angegeben.

3.3 Dichte

ρ

Verhältnis von Masse m einer Probe zu deren Volumen V (bei der Temperatur t), angegeben in kg/m^3 , kg/dm^3 (g/cm^3) oder kg/l (g/ml)

ANMERKUNG Die folgenden Benennungen, entnommen aus ISO 80000-4, sind in Tabelle 1 zur Verdeutlichung angegeben.

Tabelle 1 — Äquivalente Benennungen für Dichte

Größe	Formelzeichen	Gleichung	Einheiten
Dichte	ρ	m/V	kg/m^3 kg/dm^3 (g/cm^3) kg/l (g/ml)
Spezifisches Volumen	v	$V/m (= 1/\rho)$	m^3/kg dm^3/kg (cm^3/g) l/kg (ml/g)

4 Konditionieren

Das Prüfklima muss ISO 291 entsprechen. Im Allgemeinen ist das Konditionieren der Probekörper auf die konstante Temperatur nicht erforderlich, da die Bestimmung an sich den Probekörper auf die konstante Prüftemperatur bringt.

Probekörper, deren Dichte sich bei der Prüfung so stark verändert, dass die Veränderung größer als die erforderliche Präzision ist, müssen vor der Messung nach der entsprechenden Materialspezifikation konditioniert werden. Besteht das Hauptziel der Messungen darin, Dichteänderungen in Abhängigkeit von der Zeit oder den atmosphärischen Bedingungen festzustellen, müssen die Probekörper wie in der Materialspezifikation vorgeschrieben und, falls keine Materialspezifikation vorhanden ist, nach Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien konditioniert werden.

5 Verfahren

5.1 Verfahren A — Eintauchverfahren

5.1.1 Geräte

5.1.1.1 Analysenwaage oder ein speziell für die Bestimmung der Dichte konstruiertes Gerät, präzise auf 0,1 mg.

Es darf ein automatisch arbeitendes Gerät verwendet werden. Die Berechnung der Dichte darf automatisch durch einen Computer erfolgen.

5.1.1.2 Behälter für die Eintauchflüssigkeit, ein Becherglas oder Weithalsgefäß von geeigneter Größe zur Aufnahme der Eintauchflüssigkeit.

5.1.1.3 Ortsfestes Auflager, z. B. ein Stativ in Verbindung mit einer Waage, mit dem der Behälter für die Eintauchflüssigkeit oberhalb der Waagschale gehalten werden kann.

5.1.1.4 Thermometer, mit einer Skalierung von 0,1 °C, für den Bereich von 0 °C bis 30 °C.

5.1.1.5 Draht (falls erforderlich), korrosionsbeständig, mit einem Durchmesser von höchstens 0,5 mm, zum Aufhängen der Probekörper in der Eintauchflüssigkeit.

5.1.1.6 Senkkörper, mit einer geeigneten Masse, damit das vollständige Eintauchen des Probekörpers sichergestellt ist, wenn die Dichte des Probekörpers geringer ist als die der Eintauchflüssigkeit.

5.1.1.7 Pyknometer, mit seitlicher Überlaufkapillare, zur Bestimmung der Dichte der Eintauchflüssigkeit, wenn diese Flüssigkeit kein Wasser ist. Das Pyknometer muss mit einem Thermometer, mit einer Skalierung von 0,1 °C von 0 °C bis 30 °C, ausgestattet sein.

5.1.1.8 Flüssigkeitsbad, thermostatisch auf $\pm 0,5$ °C regelbar, zur Bestimmung der Dichte der Eintauchflüssigkeit.

5.1.2 Eintauchflüssigkeit

Es ist frisch destilliertes oder deionisiertes Wasser oder eine andere geeignete Flüssigkeit mit einem Massenanteil von nicht mehr als 0,1 % eines Benetzungsmittels zur Unterstützung beim Abtrennen von Luftbläschen zu verwenden. Die Flüssigkeit oder Lösung, die bei der Messung mit dem Probekörper in Berührung kommt, darf keine Auswirkung auf den Probekörper haben.

Unter der Voraussetzung, dass die Eintauchflüssigkeiten, die kein destilliertes Wasser sind, von einer akkreditierten Stelle erworben wurden und mit einem Zertifikat versehen sind, braucht deren Dichte nicht bestimmt zu werden.

5.1.3 Probekörper

Probekörper, ausgenommen Pulver, dürfen in jeder blasenfreien Form, vorliegen. Die Probekörper müssen eine geeignete Größe haben, damit sich ein ausreichender Abstand zwischen Probekörper und dem Eintauchbehälter ergibt, und der Probekörper sollte vorzugsweise eine Masse von mindestens 1 g haben.

Beim Abschneiden der Probekörper von größeren Proben muss eine geeignete Vorrichtung verwendet werden, um sicherzustellen, dass sich die Eigenschaften des Materials nicht ändern. Die Oberfläche des Probekörpers muss glatt und frei von Hohlräumen sein, damit der Einschluss von Luftbläschen nach Eintauchen in die Flüssigkeit verringert wird, andernfalls werden Fehler eingebracht.

5.1.4 Durchführung

5.1.4.1 Der an einem Draht mit einem Durchmesser von höchstens 0,5 mm aufgehängte Probekörper ist an der Luft auf 0,1 mg zu wägen. Die Masse des Probekörpers ist aufzuzeichnen.

5.1.4.2 Der immer noch an einem Draht aufgehängte Probekörper ist in die Eintauchflüssigkeit (5.1.2) einzutauchen, die sich in einem Eintauchbehälter (5.1.1.2) auf dem ortsfesten Auflager (5.1.1.3) befindet. Die Temperatur der Eintauchflüssigkeit muss (23 ± 2) °C (oder (27 ± 2) °C) betragen. Anhaftende Luftbläschen sind mit einem feinen Draht zu entfernen. Der eingetauchte Probekörper ist auf 0,1 mg zu wägen.

Wenn die Messung in einem Raum mit geregelter Temperatur durchgeführt wird, muss die Temperatur des gesamten Gerätes, einschließlich der Eintauchflüssigkeit, im Bereich von (23 ± 2) °C (oder (27 ± 2) °C) liegen.

5.1.4.3 Falls notwendig, ist die Dichte von anderen Eintauchflüssigkeiten als Wasser wie folgt zu bestimmen. Das Pyknometer (5.1.1.7) ist leer und dann mit frisch destilliertem oder deionisiertem Wasser bei einer Temperatur von $(23 \pm 0,5)$ °C (oder $(27 \pm 0,5)$ °C) zu wägen. Nach Reinigen und Trocknen ist dasselbe Pyknometer, mit der Eintauchflüssigkeit gefüllt [ebenfalls bei der Temperatur $(23 \pm 0,5)$ °C (oder $(27 \pm 0,5)$ °C)], zu wägen. Um das Wasser und die Eintauchflüssigkeit auf die richtige Temperatur zu bringen, ist das Flüssigkeitsbad (5.1.1.8) zu verwenden. Die Dichte ρ_L der Eintauchflüssigkeit bei 23 °C (oder 27 °C), in Gramm je Kubikzentimeter, ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$\rho_{IL} = \frac{m_{IL}}{m_W} \cdot \rho_W \quad (1)$$

Dabei ist

- m_{IL} die Masse der Eintauchflüssigkeit, in Gramm;
- m_W die Masse des Wassers, in Gramm;
- ρ_W die Dichte von Wasser bei 23 °C (oder 27 °C), in Gramm je Kubikzentimeter.

5.1.4.4 Die Dichte ρ_S des Probekörpers bei 23 °C (oder 27 °C), in Gramm je Kubikzentimeter, ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$\rho_S = \frac{m_{S,A} \cdot \rho_{IL}}{m_{S,A} - m_{S,IL}} \quad (2)$$

Dabei ist

- $m_{S,A}$ die scheinbare Masse des Probekörpers an der Luft, in Gramm;
- $m_{S,IL}$ die scheinbare Masse des Probekörpers in der Eintauchflüssigkeit, in Gramm;
- ρ_{IL} die vom Lieferer angegebene oder nach der Festlegung in 5.1.4.3 bestimmte Dichte der Eintauchflüssigkeit bei 23 °C (oder 27 °C), in Gramm je Kubikzentimeter.

Bei Probekörpern, deren Dichte geringer ist als die der Eintauchflüssigkeit, darf die Prüfung in der gleichen Weise durchgeführt werden wie vorstehend beschrieben, jedoch mit folgender Ausnahme: ein Senkkörper aus Blei oder einem anderen Material mit hoher Dichte wird so an einem Draht befestigt, dass der Senkkörper wie der Probekörper beim Eintauchen unter dem Flüssigkeitsspiegel ruht. Der Senkkörper darf als Teil des Aufhängedrahtes betrachtet werden. In diesem Fall muss der durch die Eintauchflüssigkeit verursachte Auftrieb des Senkkörpers berücksichtigt werden, indem die folgende Gleichung statt Gleichung (2) zur Berechnung der Dichte des Probekörpers herangezogen wird:

$$\rho_S = \frac{m_{S,A} \cdot \rho_{IL}}{m_{S,A} + m_{K,IL} - m_{S+K,IL}} \quad (3)$$

Dabei ist

- $m_{K,IL}$ die scheinbare Masse des Senkkörpers beim Eintauchen in die Flüssigkeit, in Gramm;
- $m_{S+K,IL}$ die scheinbare Masse des Probekörpers und des Senkkörpers beim Eintauchen in die Flüssigkeit, in Gramm.

Üblicherweise ist der Luftauftrieb des Aufhängedrahtes vernachlässigbar, aber zur Korrektur hinsichtlich des Luftauftriebs siehe Abschnitt 6.

5.1.4.5 Die Prüfung ist an mindestens drei Probekörpern durchzuführen, und der Mittelwert ist auf drei Dezimalstellen zu berechnen.

5.2 Verfahren B — Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer

5.2.1 Geräte

5.2.1.1 Waage, präzise auf 0,1 mg.

5.2.1.2 Ortsfestes Auflager (siehe 5.1.1.3).

5.2.1.3 Pyknometer (siehe 5.1.1.7).

5.2.1.4 Flüssigkeitsbad (siehe 5.1.1.8).

5.2.1.5 Vakuumexsikkator.

5.2.2 Eintauchflüssigkeit

Wie in 5.1.2 festgelegt.

5.2.3 Probekörper

Messungen an Probekörpern in Form von Pulver, Granulat oder Flocken müssen im Anlieferungszustand erfolgen. Die Masse der Probekörper muss im Bereich von 1 g bis 5 g liegen.

5.2.4 Durchführung

5.2.4.1 Das leere und trockene Pyknometer (5.2.1.3) ist zu wägen. In das Pyknometer ist eine entsprechende Menge an Kunststoffmaterial einzuwägen. Der Probekörper ist mit der Eintauchflüssigkeit (5.2.2) zu bedecken und sämtliche anhaftenden Luftbläschen sind zu entfernen, indem das Pyknometer in einem Exsikkator (5.2.1.5) untergebracht und Vakuum angelegt wird. Das Vakuum ist aufzuheben, und das Pyknometer ist fast vollständig mit der Eintauchflüssigkeit zu füllen. Das Pyknometer ist im Flüssigkeitsbad (5.2.1.4) auf konstante Temperatur [(23 ± 0,5) °C (oder (27 ± 0,5) °C)] zu bringen und anschließend ist es bis zur Grenze seines Fassungsvermögens aufzufüllen.

Das Pyknometer ist trocken zu wischen und zusammen mit Probekörper und Eintauchflüssigkeit zu wägen.

5.2.4.2 Das Pyknometer ist zu entleeren und zu reinigen. Es ist mit entgastem (entlüftetem), destilliertem oder deionisiertem Wasser zu füllen, die verbleibende Luft ist wie vorstehend beschrieben zu entfernen und die Masse des Pyknometers, einschließlich Inhalt, ist bei der Prüftemperatur zu bestimmen.

5.2.4.3 Wurde eine andere Eintauchflüssigkeit als Wasser verwendet, ist der Vorgang mit der Eintauchflüssigkeit zu wiederholen und deren Dichte, wie in 5.1.4.3 festgelegt, zu berechnen.

5.2.4.4 Die Dichte ρ_S des Probekörpers bei 23 °C (oder 27 °C), in Gramm je Kubikzentimeter, ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$\rho_S = \frac{m_S \cdot \rho_{IL}}{m_1 - m_2} \quad (4)$$

Dabei ist

- m_S die scheinbare Masse des Probekörpers, in Gramm;
- m_1 die scheinbare Masse der Flüssigkeit, die zum Füllen des leeren Pyknometers erforderlich ist, in Gramm;
- m_2 die scheinbare Masse der Flüssigkeit, die zum Füllen des Pyknometers mit darin befindlichem Probekörper erforderlich ist, in Gramm;
- ρ_{IL} die vom Lieferer angegebene oder nach der Festlegung in 5.1.4.3 bestimmte Dichte der Eintauchflüssigkeit bei 23 °C (oder 27 °C), in Gramm je Kubikzentimeter.

5.2.4.5 Die Prüfung ist an mindestens drei Probekörpern durchzuführen, und der Mittelwert ist auf drei Dezimalstellen zu berechnen.

5.3 Verfahren C — Titrationsverfahren

5.3.1 Geräte

5.3.1.1 Flüssigkeitsbad (siehe 5.1.1.8).

5.3.1.2 Messzylinder aus Glas, 250 ml Nennvolumen.

5.3.1.3 Thermometer, mit einer Skalierung von 0,1 °C, dessen Temperaturbereich für die angewendete Prüftemperatur geeignet ist.

5.3.1.4 Messkolben, 100 ml Nennvolumen.

5.3.1.5 Glasrührstab mit flacher Spitze.

5.3.1.6 Bürette, 25 ml Nennvolumen, eingeteilt in 0,1 ml, geformt, um im Flüssigkeitsbad (5.3.1.1) untergebracht zu werden.

5.3.2 Eintauchflüssigkeit

Es sind zwei miteinander mischbare Flüssigkeiten von unterschiedlicher Dichte erforderlich. Eine davon muss eine Dichte unter der des Prüfmateri als, die andere muss eine Dichte höher als die des Prüfmateri als haben. Die Dichtewerte, die in Anhang A für unterschiedliche Flüssigkeiten angegeben sind, können als Anhaltspunkt dienen. Falls erforderlich, ist in wenigen Millilitern der Flüssigkeit eine schnelle Vorprüfung vorzunehmen.

Die Flüssigkeit, die bei der Messung mit dem Probekörper in Berührung kommt, darf keine Auswirkung auf den Probekörper haben.

5.3.3 Probekörper

Probekörper müssen in blasenfreier Form vorliegen.

5.3.4 Durchführung

5.3.4.1 Von der Eintauchflüssigkeit mit der niedrigeren Dichte (siehe 5.3.2) sind mit dem Messkolben (5.3.1.4) präzise 100 ml abzumessen und in den sauberen, trockenen Messzylinder (5.3.1.2) mit einem Nennvolumen von 250 ml zu überführen. Der Messzylinder ist in das auf $(23 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ (oder $(27 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$) geregelte Flüssigkeitsbad (5.3.1.1) zu stellen.

5.3.4.2 Die Probekörperstücke sind in den Messzylinder zu geben. Sie müssen auf den Boden fallen und frei von Luftbläschen sein. Der Messzylinder einschließlich Inhalt ist zum Angleichen der Temperatur im Flüssigkeitsbad stehen zu lassen, wobei in regelmäßigen Abständen zu rühren ist.

Es wird empfohlen, das Thermometer (5.3.1.3) ständig in der Flüssigkeit zu belassen. Dadurch wird es möglich zu überprüfen, ob zum Zeitpunkt der Messung das thermische Gleichgewicht erreicht ist und besonders, ob die Verdünnungswärme abgeführt wurde.

5.3.4.3 Wenn die Temperatur der Flüssigkeit $(23 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ (oder $(27 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$) beträgt, ist die Eintauchflüssigkeit mit der höheren Dichte Milliliter für Milliliter aus der Bürette (5.3.1.6) zuzugeben. Die Flüssigkeit ist nach jeder Zugabe mit einem senkrecht gehaltenen Glasstab mit flacher Spitze (5.3.1.5) zu rühren, wobei die Bildung von Luftblasen zu vermeiden ist.

Nach jeder Zugabe der Flüssigkeit mit der höheren Dichte und Mischen ist das Verhalten der Probekörperstücke zu beobachten.

Zunächst fallen sie schnell auf den Boden. Mit Zunahme des Anteils der zweiten Flüssigkeit wird jedoch die Fallbewegung der Probekörper langsamer. An dieser Stelle ist die Flüssigkeit mit der höheren Dichte in Mengen von 0,1 ml zuzugeben. Die Gesamtmenge der zweiten zugegebenen Flüssigkeit ist aufzuzeichnen, sobald die leichtesten Probekörperstücke beginnen, sich in der Flüssigkeit in der Höhe zu suspendieren, in die sie durch Rühren aufgewirbelt wurden, ohne sich innerhalb von mindestens 1 min nach oben oder unten zu bewegen. An diesem Punkt der Titration ist die Dichte der Flüssigkeit mit einem Pyknometer zu bestimmen.

Es sind weitere Mengen an Flüssigkeit mit der höheren Dichte hinzuzufügen, bis die schwersten Probekörperstücke für die Dauer von mindestens 1 min in einer konstanten Höhe bleiben. Die benötigte Menge an Flüssigkeit mit der höheren Dichte ist aufzuzeichnen.

Für jedes Flüssigkeitspaar ist der funktionelle Zusammenhang zwischen der zugefügten Menge an Flüssigkeit mit der höheren Dichte und der Dichte der erhaltenen Flüssigkeitsmischung zu bestimmen und graphisch darzustellen.

An jedem Punkt der graphischen Darstellung des funktionellen Zusammenhangs lässt sich die Dichte des Flüssigkeitsgemisches mit Hilfe des Pyknometerverfahrens bestimmen.

6 Korrektur hinsichtlich des Luftauftriebs

Werden Wägungen in Luft vorgenommen, müssen die für die „scheinbare Masse“ erhaltenen Werte korrigiert werden, um die Auswirkung des Luftauftriebs auf die Probekörper (und der verwendeten Senkkörper) und verwendeten Gewichtsstücke zu kompensieren. Das wird der Fall sein, wenn die Messunsicherheit der Ergebnisse zwischen 0,2 % und 0,05 % liegt.

Die tatsächliche Masse m_T , in Gramm, wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$m_T = m_{APP} \times \left(1 + \frac{\rho_{Air}}{\rho_S} - \frac{\rho_{Air}}{\rho_L} \right) \quad (5)$$

Dabei ist

- m_{APP} die scheinbare Masse, in Gramm;
- ρ_{Air} die Dichte der Luft (ungefähr 0,001 2 g/cm³ bei 23 °C/50 % relative Luftfeuchte und 27 °C/65 % relative Luftfeuchte), in Gramm je Kubikzentimeter;
- ρ_S die Dichte des Probekörpers (oder der verwendeten Senkkörper) bei 23 °C (oder 27 °C), in Gramm je Kubikzentimeter;
- ρ_L die Dichte der verwendeten Gewichtsstücke, in Gramm je Kubikzentimeter.

Zur Ableitung der Gleichung (5) siehe Anhang B.

Zur Verbesserung der Präzision muss die Abhängigkeit der Luftdichte von Druck und Temperatur berücksichtigt werden. Die Luftdichte kann nach Gleichung (6) oder Gleichung (7) berechnet werden.

Für nicht-tropische Bedingungen bei 23 °C/50 % relative Luftfeuchte:

$$\rho_{Air} = (p - 0,530\,989\,4) \times 1,163\,653 \times 10^{-5} \quad (6)$$

Für tropische Bedingungen bei 27 °C/65 % relative Luftfeuchte:

$$\rho_{Air} = (p - 0,875\,988\,1) \times 1,160\,688\,3 \times 10^{-5} \quad (7)$$

Dabei ist

- ρ_{Air} die Dichte der Luft bei Druck p , in Gramm je Kubikzentimeter;
- p der Druck der feuchten Luft, in Kilopascal.

7 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- a) eine Verweisung auf diesen Teil der ISO 1183;
- b) alle notwendigen Details zur vollständigen Identifizierung des geprüften Materials, gegebenenfalls einschließlich Verfahren für die Probekörperherstellung und Vorbehandlung;
- c) das angewendete Verfahren (A, B oder C);
- d) die verwendete(n) Eintauchflüssigkeit(en);
- e) die Prüftemperatur (23 °C oder 27 °C);
- f) die Einzelwerte und der Mittelwert der Dichte;
- g) Angabe, ob irgendeine Korrektur hinsichtlich des Luftauftriebs vorgenommen wurde, und wenn ja, welcher Art;
- h) Prüfdatum.

Anhang A (informativ)

Flüssigkeitssysteme, die für die Verwendung beim Verfahren C geeignet sind

WARNUNG — Einige der nachfolgend angeführten Chemikalien können gefährlich sein.

Tabelle A.1 — Flüssigkeitssysteme für das Verfahren C

System	Dichtebereich g/cm ³
Methanol/Benzylalkohol	0,79 bis 1,05
Isopropanol/Wasser	0,79 bis 1,00
Isopropanol/Diethylenglykol	0,79 bis 1,11
Ethanol/Wasser	0,79 bis 1,00
Toluen/Kohlenstofftetrachlorid (Tetrachlormethan)	0,87 bis 1,60
Wasser/wässrige Lösung von Natriumbromid ^a	1,00 bis 1,41
Wasser/wässrige Lösung von Calciumnitrat	1,00 bis 1,60
Ethanol/wässrige Lösung von Zinkchlorid ^b	0,79 bis 1,70
Kohlenstofftetrachlorid/1,3-Dibrompropan	1,60 bis 1,99
1,3-Dibrompropan/Ethylenbromid	1,99 bis 2,18
Ethylenbromid/Bromoform (Tribrommethan)	2,18 bis 2,89
Kohlenstofftetrachlorid/Bromoform	1,60 bis 2,89
Isopropanol/Methylglykolacetat	0,79 bis 1,00

^a Eine Dichte von 1,41 entspricht einem Massenanteil von etwa 40 % Natriumbromid.
^b Eine Dichte von 1,70 entspricht einem Massenanteil von etwa 67 % Zinkchlorid.

Folgende Stoffe können in verschiedenen Gemischen verwendet werden:

	Dichte (g/cm ³)
<i>n</i> -Octan	0,70
Dimethylformamid	0,94
Tetrachlorethan	1,60
Ethyljodid (Iodethan)	1,93
Methylenjodid (Diiodmethan)	3,33

Anhang B (informativ)

Korrektur hinsichtlich des Luftauftriebs

Gleichung (5) in Abschnitt 6 für die tatsächliche Masse m_T des Probekörpers (oder der verwendeten Senkkörper) kann wie folgt abgeleitet werden.

Gleichung (B.1) setzt die Masse des Probekörpers (oder der verwendeten Senkkörper) und die Masse des Ausgleichgewichts in eine Beziehung, erforderlich für den Gleichgewichtspunkt.

$$m_T - \rho_{\text{Air}} \cdot \frac{m_{\text{APP}}}{\rho_S} = m_B - \rho_{\text{Air}} \cdot \frac{m_B}{\rho_L} \quad (\text{B.1})$$

Dabei ist

- m_T die tatsächliche Masse des Probekörpers (oder von anderen verwendeten Gewichtsstücken);
- m_{APP} die scheinbare Masse des Probekörpers (oder von anderen verwendeten Gewichtsstücken);
- m_B die Masse der Ausgleichgewichte;
- ρ_{Air} die Luftdichte;
- ρ_S die Dichte des Probekörpers (oder der verwendeten Senkkörper);
- ρ_L die Dichte der verwendeten Ausgleichgewichte.

Die Umformung der Gleichung (B.1) ergibt:

$$m_T = m_B + m_{\text{APP}} \cdot \frac{\rho_{\text{Air}}}{\rho_S} - m_B \cdot \frac{\rho_{\text{Air}}}{\rho_L} \quad (\text{B.2})$$

Da der Luftauftrieb sehr gering ist, kann angenommen werden, dass m_{APP} und m_B gleich sind, und Gleichung (B.2) entsprechend vereinfacht werden kann:

$$m_T = m_{\text{APP}} \times \left(1 + \frac{\rho_{\text{Air}}}{\rho_S} - \frac{\rho_{\text{Air}}}{\rho_L} \right) \quad (\text{B.3})$$

MAHCO

Literaturhinweise

- [1] ISO 80000-4, *Quantities and units — Part 4: Mechanics*

