

	DIN EN ISO 1183-1	
ICS 83.080.01	<div>Entwurf</div>	Einsprüche bis 2024-03-26 Vorgesehen als Ersatz für DIN EN ISO 1183-1:2019-09
<p>Kunststoffe – Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen – Teil 1: Eintauchverfahren, Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer und Titrationsverfahren (ISO/DIS 1183-1:2024); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 1183-1:2024</p> <p>Plastics – Methods for determining the density of non-cellular plastics – Part 1: Immersion method, liquid pycnometer method and titration method (ISO/DIS 1183-1:2024); German and English version prEN ISO 1183-1:2024</p> <p>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/DIS 1183-1:2024); Version allemande et anglaise prEN ISO 1183-1:2024</p> <p>Anwendungswarnvermerk</p> <p>Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-01-26 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.</p> <p>Weil das beabsichtigte Dokument von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.</p> <p>Stellungnahmen werden erbeten</p> <ul style="list-style-type: none">– vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm- Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;– oder als Datei per E-Mail an fnk@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm- Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;– oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin. <p>Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.</p> <p>Gesamtumfang 54 Seiten</p> <p>DIN-Normenausschuss Kunststoffe (FNK)</p>		

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 1183-1:2024) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SIS (Schweden) gehalten wird.

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

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 291	siehe	DIN EN ISO 291
ISO 472	siehe	DIN EN ISO 472
ISO 5725-2	siehe	DIN ISO 5725-2
ISO 80000-4	siehe	DIN EN ISO 80000-4
ISO/IEC 17043	siehe	DIN EN ISO/IEC 17043

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 1183-1:2019-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) In Abschnitt 4 wurden die Temperaturspezifikationen der Eintauchflüssigkeit und der Luft hinzugefügt;
- b) in 5.1 wurde eine alternative Version des Eintauchverfahrens eingeführt, bei der kein Draht zum Aufhängen des Probekörpers benötigt wird;
- c) in 5.1 wurden die technischen Voraussetzungen des Pyknometers, des Thermometers und der Eintauchflüssigkeiten überarbeitet;
- d) in 5.1 wurde das (herkömmliche) Verfahren, bei dem ein Draht zum Aufhängen des Probekörpers verwendet wird, präzisiert;
- e) in 5.1.4 wurden die Gleichungen zur Berechnung der Dichte überarbeitet, um den Luftauftrieb miteinzubeziehen;
- f) Abschnitt 6 wurde gelöscht, die Korrektur hinsichtlich des Luftauftriebs wurde in 5.1.4.4 verschoben und die Berechnung der Luftdichte wurde in Anhang B verschoben;
- g) Anhang B (von informativ zu normativ geändert) wurde gekürzt, um nur die Berechnung der Luftdichte zu beinhalten. Die Korrekturmaßnahme bezüglich des Luftauftriebs wurde überarbeitet und in Gleichung (3) und Gleichung (4) in 5.1.4.4 eingefügt;
- h) Anhang C (informativ) wurde hinzugefügt, um Gleichungen zur Bestimmung des Volumens von Probekörpern mithilfe des Eintauchverfahrens aufzuzeigen;

- i) Anhang D (informativ) wurde hinzugefügt, um die veränderten Gleichungen in 5.1 und Anhang C zu erläutern;
- j) in Anhang E (informativ) wurden Präzisionsangaben hinzugefügt.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

DIN EN ISO 472, *Kunststoffe — Fachwörterverzeichnis*

DIN EN ISO 80000-4, *Größen und Einheiten — Teil 4: Mechanik*

DIN EN ISO/IEC 17043, *Konformitätsbewertung — Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Anbietern von Eignungsprüfungen*

DIN ISO 5725-2, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 2: Grundlegende Methode für die Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision eines vereinheitlichten Messverfahrens*

Februar 2024

prEN ISO 1183-1

Kunststoffe – Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen – Teil 1: Eintauchverfahren, Verfahren mit Flüssigkeitspycnometer und Titrationsverfahren (ISO/DIS 1183-1:2024)

Plastics – Methods for determining the density of non-cellular plastics – Part 1: Immersion method, liquid pycnometer method and titration method (ISO/DIS 1183-1:2024)

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/DIS 1183-1:2024)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Konditionierung und Prüfklima	7
5 Verfahren	8
5.1 Verfahren A — Eintauchverfahren	8
5.1.1 Prüfeinrichtung	8
5.1.2 Eintauchflüssigkeit	10
5.1.3 Probekörper	10
5.1.4 Durchführung	10
5.2 Verfahren B — Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer	13
5.2.1 Prüfeinrichtung	13
5.2.2 Eintauchflüssigkeit	13
5.2.3 Probekörper	13
5.2.4 Durchführung	13
5.3 Verfahren C — Titrationsverfahren	14
5.3.1 Prüfeinrichtung	14
5.3.2 Eintauchflüssigkeiten	14
5.3.3 Probekörper	14
5.3.4 Durchführung	14
6 Prüfbericht	15
Anhang A (informativ) Geeignete Flüssigkeitssysteme für die Verwendung beim Verfahren C . . .	16
Anhang B (normativ) Bestimmung der Luftdichte	17
Anhang C (informativ) Bestimmung des Probekörpervolumens	19
Anhang D (informativ) Herleitung der Gleichungen	21
Anhang E (informativ) Präzisionsangaben	23
E.1 Definitionen und Informationen	23
E.2 Präzisionsdaten	23
Literaturhinweise	25

Bilder

Bild 1 — Beispiele für Probekörperhalter [2]	9
--	---

Tabellen

Tabelle 1 — Benennungen für Dichte	7
Tabelle A.1 — Flüssigkeitssysteme für das Verfahren C	16
Tabelle E.1 — Wiederholpräzision, Dichte [g/cm ³] — Verfahren A: Eintauchverfahren	24
Tabelle E.2 — Wiederholpräzision, Dichte [g/cm ³] — Verfahren A: Eintauchverfahren	24

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 1183-1:2024) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61 „Plastics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 249 „Kunststoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SIS gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 1183-1:2019 ersetzen.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 1183-1:2024 wurde von CEN als prEN ISO 1183-1:2024 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC Directives, Teil 1, beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC Directives, Teil 2, erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

ISO weist auf die Möglichkeit hin, dass die Anwendung dieses Dokuments mit der Verwendung eines oder mehrerer Patente verbunden sein kann. ISO bezieht jedoch in dieser Hinsicht keinerlei Stellung bezüglich Nachweis, Gültigkeit oder Anwendbarkeit jeglicher beanspruchten Patentrechte. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Dokuments lag ISO keine Mitteilung über ein Patent bzw. mehrere Patente vor, welche/s zur Umsetzung dieses Dokuments erforderlich sein könnte/n. Anwender werden jedoch darauf hingewiesen, dass dies möglicherweise nicht der aktuelle Informationsstand ist. Dieser kann jedoch der Patentdatenbank unter www.iso.org/patents entnommen werden. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 61, *Plastics*, Unterkomitee SC 5, *Physical-chemical properties*, erarbeitet.

Diese vierte Ausgabe ersetzt die dritte Ausgabe (ISO 1183-1:2019), die technisch überarbeitet wurde. Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- In Abschnitt 4 wurden die Temperaturspezifikationen der Eintauchflüssigkeit und der Luft hinzugefügt.
- In 5.1 wurde eine alternative Version des Eintauchverfahrens eingeführt, bei der kein Draht zum Aufhängen des Probekörpers benötigt wird.
- In 5.1 wurden die technischen Voraussetzungen des Pyknometers, des Thermometers und der Eintauchflüssigkeiten überarbeitet.
- In 5.1 wurde das (herkömmliche) Verfahren, bei dem ein Draht zum Aufhängen des Probekörpers verwendet wird, präzisiert.
- In 5.1.4 wurden die Gleichungen zur Berechnung der Dichte überarbeitet, um den Luftauftrieb miteinzu beziehen.

- Abschnitt 6 wurde gelöscht, die Korrektur hinsichtlich des Luftauftriebs wurde in 5.1.4.4 verschoben und die Berechnung der Luftdichte wurde in Anhang B verschoben.
- Anhang B (von informativ zu normativ geändert) wurde gekürzt, um nur die Berechnung der Luftdichte zu beinhalten. Die Korrekturmaßnahme bezüglich des Luftauftriebs wurde überarbeitet und in Gleichung (3) und Gleichung (4) in 5.1.4.4 eingefügt.
- Anhang C (informativ) wurde hinzugefügt, um Gleichungen zur Bestimmung des Volumens von Probekörpern mithilfe des Eintauchverfahrens aufzuzeigen.
- Anhang D (informativ) wurde hinzugefügt, um die veränderten Gleichungen in 5.1 und Anhang C zu erläutern.
- In Anhang E (informativ) wurden Präzisionsangaben hinzugefügt.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 1183 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt drei Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen fest, die in Form von blasenfreien 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 Kunststoffe in jeder blasenfreien Form.

ANMERKUNG Die Dichte wird häufig verwendet, um die Veränderungen in der physikalischen Struktur oder Zusammensetzungen von Kunststoffmaterialien 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. Ist dies der Fall, sollen genaue Einzelheiten zum Herstellungsverfahren der Probekörper in die entsprechende Werkstoffspezifikation aufgenommen werden. Diese Anmerkung gilt für alle drei Verfahren.

WARNUNG — Die Anwendung dieses Dokuments kann die Anwendung gefährlicher Substanzen, Arbeitsgänge und Geräte einschließen. Dieses Dokument erhebt nicht den Anspruch, dass alle mit seiner Anwendung verbundenen Sicherheitsprobleme, soweit diese gegeben sind, angesprochen werden. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders dieses Dokuments, geeignete Vorsichtsmaßnahmen für den Arbeits- und Gesundheitsschutz zu treffen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

Masse

m

Menge der in einem Körper enthaltenen Materie

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Kilogramm (kg) oder Gramm (g) angegeben.

3.2 scheinbare Masse

m_X

Masse eines Körpers, die durch Messen von dessen Gewicht in einem Medium X mit einer geeignet kalibrierten Waage erhalten wird

Anmerkung 1 zum Begriff: 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 Prüftemperatur T), angegeben in kg/m^3 , kg/dm^3 (g/cm^3) oder kg/l (g/ml)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die folgenden Benennungen, entnommen aus ISO 80000-4 [1], sind in Tabelle 1 zur Verdeutlichung angegeben.

Tabelle 1 — 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 Konditionierung und Prüfklima

Das Prüfklima muss ISO 291, Klasse 2, entsprechen.

Die Temperatur der Eintauchflüssigkeit muss ebenfalls den Temperaturanforderungen aus ISO 291, Klasse 2, entsprechen.

Die Lufttemperatur darf, entgegen den strengerer Anforderungen aus ISO 291, beim Eintauchverfahren zwischen 18°C und 28°C liegen, und nur wenn die Dichte der Eintauchflüssigkeit bei der tatsächlichen Temperatur der Eintauchflüssigkeit erfasst wurde (siehe 5.1.4.1). Wenn der Luftauftrieb vernachlässigt wird oder die Dichte der Luft als ungefähre Wert erfasst wird (siehe 5.1.4.4), ist die Kontrolle der Luftfeuchtigkeit üblicherweise nicht notwendig.

Im Allgemeinen ist das Konditionieren der Probekörper auf eine 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 Genauigkeit ist, müssen vor der Messung nach der entsprechenden Werkstoffspezifikation 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 Werkstoffspezifikation vorgeschrieben und, falls keine Werkstoffspezifikation vorhanden ist, nach Vereinbarung zwischen den beteiligten Parteien konditioniert werden.

5 Verfahren

5.1 Verfahren A — Eintauchverfahren

5.1.1 Prüfeinrichtung

5.1.1.1 Analysenwaage oder **ein speziell für die Bestimmung der Dichte konstruiertes Gerät**, mit einer Präzision von $\pm 0,1$ mg.

Es darf ein automatisch arbeitendes Gerät verwendet werden. Die Berechnung der Dichte darf automatisch mit einem in die Analysenwaage integrierten Computer oder einer Software erfolgen.

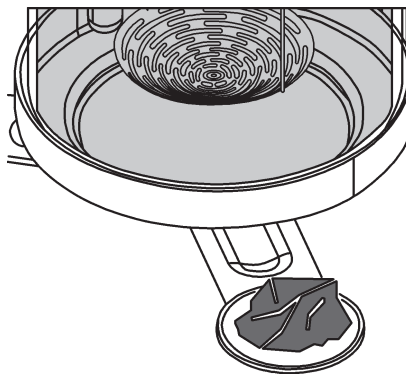
5.1.1.2 Eintauchbehälter, ein Becherglas oder Weithalsgefäß mit einem Durchmesser von mindestens 50 mm und von geeigneter Größe zur Aufnahme der Eintauchflüssigkeit.

5.1.1.3 Ortsfestes Auflager, z. B. ein Stativ in Verbindung mit einer Waage, mit dem der Eintauchbehälter gehalten werden kann.

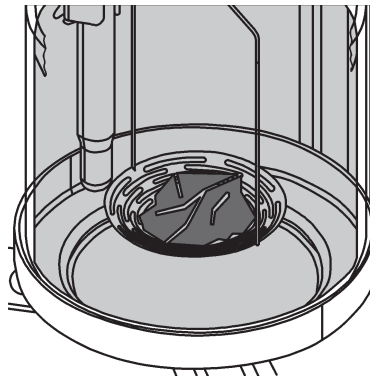
Je nach Konstruktionsweise der verwendeten Geräte, darf das Auflager ober- oder unterhalb der Waagschale platziert werden.

5.1.1.4 Probekörperhalter (optional), zum Wägen der Probekörper an der Luft, z. B. eine Schale oder Plattform, und zum Wägen des in die Eintauchflüssigkeit eingetauchten Probekörpers, z. B. ein Korb, der mit einer Trägerhalterung an der Wägeplattform befestigt ist (siehe Bild 1).

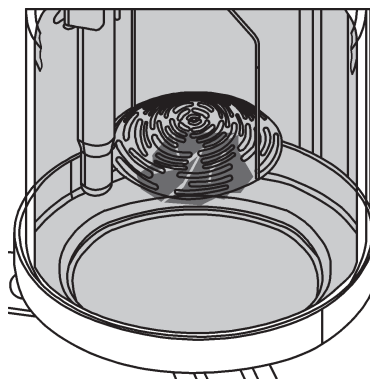
Probekörperhalter für in Eintauchflüssigkeit eingetauchte Probekörper dürfen in solcher Weise gestaltet sein, dass sie sowohl für schwebende als auch für sinkende Probekörper geeignet sind, z. B. durch die Verwendung eines invertierten Korbs für schwebende Probekörper. Bei schwebenden Probekörpern ist unter Umständen das Platzieren eines geeigneten Zusatzgewichts auf der Wägeplattform notwendig.



a) Wägen an der Luft



b) in der Eintauchflüssigkeit für sinkende Probekörper



c) in der Eintauchflüssigkeit für schwebende Probekörper

Bild 1 — Beispiele für Probekörperhalter [2]

Probekörperhalter dürfen mithilfe von zwei Drähten mit einem Durchmesser von höchstens 0,8 mm aufgehängt werden.

5.1.1.5 Temperaturmessgerät, geeignet für die Messung der Temperatur der Eintauchflüssigkeit (5.1.2) innerhalb des erforderlichen Bereichs (siehe Abschnitt 4), auf 0,5 K genau.

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

ANMERKUNG Der Draht kann aus jeglichem geeigneten Werkstoff bestehen, wie Metall, Plastik, usw.

5.1.1.7 Senkkörper (falls erforderlich), mit einer geeigneten Masse, damit das vollständige Eintauchen des Probekörpers sichergestellt ist, wenn die Dichte des Probekörpers geringer ist als die der Eintauchflüssigkeit.

5.1.1.8 Pyknometer (falls erforderlich), vorzugsweise mit seitlicher Überlaufkapillare, zur Bestimmung der Dichte der Eintauchflüssigkeit, wenn diese Flüssigkeit kein Wasser ist. Das Pyknometer muss mit einem Temperaturmessgerät ausgestattet sein, das für die Messung der Temperatur innerhalb des erforderlichen Bereichs (siehe 5.1.4.1), bis auf 0,5 K genau, geeignet ist.

Wenn ein kalibriertes Pyknometer mit bekanntem Volumen verwendet wird, kann der Prozess der Dichtebestimmung der Eintauchflüssigkeit vereinfacht werden (siehe 5.1.4.1).

5.1.1.9 Flüssigkeitsbad (falls erforderlich), thermostatisch auf $\pm 0,5$ K 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 Anteil 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.

Die Eintauchflüssigkeiten müssen in solcher Weise gehandhabt werden, dass ihre Dichten, gemessen nach 5.1.4.1 oder durch ein Zertifikat erhalten, über den gesamten Zeitraum der Verwendung konstant gehalten werden.

ANMERKUNG Eine Abweichung der Dichte der Eintauchflüssigkeit von $0,001 \text{ g/cm}^3$ wird zu einem Fehler von ungefähr $0,001 \text{ g/cm}^3$ für die Dichte des Probekörpers führen.

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 Werkstoffs nicht ändern. Die Oberfläche des Probekörpers muss glatt und frei von Hohlräumen sein, damit der Einschluss von Luftbläschen nach Eintauchen in die Flüssigkeit minimiert wird, andernfalls werden Fehler eingebracht.

5.1.4 Durchführung

5.1.4.1 Falls notwendig, ist die Dichte von anderen Eintauchflüssigkeiten als Wasser wie folgt zu bestimmen. Das Pyknometer (5.1.1.8) ist leer und dann mit frisch destilliertem oder deionisiertem Wasser bei einer Temperatur von $(23 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ [oder $(27 \pm 0,5)^\circ\text{C}$, ausgewählt nach ISO 291] zu wägen. Nach Reinigen und Trocknen ist dasselbe Pyknometer, mit der Eintauchflüssigkeit gefüllt, ebenfalls bei der Temperatur $(23 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ [oder $(27 \pm 0,5)^\circ\text{C}$], zu wägen. Um das Wasser und die Eintauchflüssigkeit auf die richtige Temperatur zu bringen, ist das Flüssigkeitsbad (5.1.1.9) zu verwenden. Die Dichte, ρ_{IL} , der Eintauchflüssigkeit bei 23°C (oder 27°C), in Gramm je Kubikzentimeter, ist nach Gleichung (1) zu berechnen:

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

Dabei ist

m_{IL} die scheinbare Masse der Eintauchflüssigkeit, in g;

m_W die scheinbare Masse des Wassers, in g;

ρ_W die Dichte von Wasser bei $(23 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ [oder $(27 \pm 0,5)^\circ\text{C}$], in g/cm^3 .

Wenn ein kalibriertes Pyknometer mit bekanntem Volumen V_{pyc} verwendet wird, darf die Dichte ρ_{IL} der Eintauchflüssigkeit, in Gramm je Kubikzentimeter, nach Gleichung (2) anstatt Gleichung (1) berechnet werden:

$$\rho_{IL} = m_{IL} \cdot V_{pyc} \quad (2)$$

wobei V_{pyc} das Volumen des kalibrierten Pyknometers in cm^3 ist.

Die Dichte des Wassers kann aus einer anerkannten Stelle entnommen werden, siehe z. B. [3].

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

Die Temperatur der Eintauchflüssigkeit im Eintauchbehälter (5.1.1.2) ist mithilfe eines Temperaturmessgeräts (5.1.1.5) zu bestimmen. Die Temperatur der Eintauchflüssigkeit muss den Temperaturanforderungen aus Abschnitt 4 entsprechen.

Wenn destilliertes oder deionisiertes Wasser als Eintauchflüssigkeit verwendet wird, ist die Dichte bei dieser Temperatur aus einer anerkannten Stelle zu entnehmen, siehe z. B. [3]. Bei einer vereinfachten, weniger genauen Bestimmung der Dichte, darf stattdessen die Dichte des Wassers bei 23 °C (oder 27 °C) verwendet werden. Bei Eintauchflüssigkeiten, die kein Wasser sind, ist die Dichte ρ_{IL} , wie oben festgelegt, zu verwenden.

5.1.4.2 Der Probekörper ist an der Luft auf 0,1 mg zu wägen. Die scheinbare Masse des Probekörpers an der Luft ist festzustellen, $m_{S,A}$.

5.1.4.3 Wenn die Waage oder das Gerät (5.1.1.1) nicht mit Probekörperhaltern (5.1.1.4) ausgestattet ist, die das Wägen des Probekörpers an der Luft und in der Eintauchflüssigkeit ermöglichen, ist ein Draht (5.1.1.6) zu verwenden, um den Probekörper in der Eintauchflüssigkeit aufzuhängen.

Der Probekörper ist in die Eintauchflüssigkeit (5.1.2) einzutauchen, die sich in einem Eintauchbehälter (5.1.1.2) befindet. Anhaftende Luftbläschen sind z. B. mit einem feinen Draht zu entfernen. Der eingetauchte Probekörper ist auf 0,1 mg zu wägen. Die scheinbare Masse des Probekörpers in der Eintauchflüssigkeit ist aufzuzeichnen, $m_{S,IL}$.

Wenn ein Draht zum Wägen des Probekörpers in der Eintauchflüssigkeit verwendet wird, sind sowohl der Probekörper mit dem Aufhängedraht als auch der Draht ohne den Probekörper zu wägen, und die scheinbaren Massen in der Eintauchflüssigkeit sind aufzuzeichnen, $(m_{S,IL} + m_{W,IL})$ und $m_{W,IL}$. Es ist sicherzustellen, dass ein ähnlicher Anteil des Drahtes bei beiden Messungen eingetaucht ist.

ANMERKUNG 1 Wenn ein ähnlicher Anteil des Drahtes bei beiden Messungen eingetaucht ist, dann ist die scheinbare Masse des Drahtes in beiden Messungen gleichwertig und wird durch Subtrahieren der Ergebnisse ausgeklammert: $(m_{S,IL} + m_{W,IL}) - m_{W,IL} = m_{S,IL}$, siehe Gleichung (4). Unterscheidet sich der Anteil des eingetauchten Drahtes jedoch in beiden Messungen, dann wird die scheinbare Masse des Drahtes sich ebenfalls unterscheiden und wird nicht gänzlich durch Subtrahieren der Ergebnisse ausgeklammert. Bei einem Drahtdurchmesser d_{wire} und einer Differenz in der Eintauchtiefe von Δx , ist die Differenz der scheinbaren Massen des Drahtes ungefähr durch $\Delta m_{W,IL} \approx \Delta x \cdot \pi \cdot \left(\frac{d_{wire}}{2}\right)^2 \cdot \rho_{IL}$ angegeben. Beispiel: Bei einem Draht mit $d_{wire} = 0,5$ mm und der Verwendung von Wasser als Eintauchflüssigkeit, wird der Bestimmungsfehler von $m_{S,IL}$ für eine Differenz der Eintauchtiefe von $\Delta x = 0,5$ mm, $\Delta m_{W,IL} \approx 0,1$ mg betragen. Daher ist es wichtig, Δx so klein wie möglich zu halten und es ist vorteilhaft, einen Draht mit geringem Durchmesser zu verwenden.

ANMERKUNG 2 Das Eintauchen des Probekörpers selbst wird zu einem veränderten Stand der Eintauchflüssigkeit im Eintauchbehälter führen. Dies führt wiederum zu einer möglichen Veränderung der scheinbaren Masse des Drahtes, auch wenn die Position des Drahtes selbst unverändert bleibt. Dies trifft auch auf eine Waage zu, die mit Probekörperhaltern ausgestattet ist, die mit Drähten aufgehängt sind und in die Eintauchflüssigkeit eintauchen. Für einen Eintauchbehälter mit einem Durchmesser d_{vessel} , ist der Bestimmungsfehler von $m_{S,IL}$ ungefähr durch $V_S \cdot \rho_{IL} \cdot \left(\frac{d_{wire}}{d_{vessel}}\right)^2$ angegeben, wenn ein Draht mit einem Durchmesser von d_{wire} verwendet wird; oder er ist durch $V_S \cdot \rho_{IL} \cdot 2 \cdot \left(\frac{d_{holder}}{d_{vessel}}\right)^2$ angegeben, wenn eine Waage mit Probekörperhaltern verwendet wird, die an zwei Drähten mit einem Durchmesser von d_{holder} hängen, wobei V_S das Volumen des Probekörpers und ρ_{IL} die Dichte der Eintauchflüssigkeit ist. Beispiel: Bei einem Behälter mit $d_{vessel} = 50$ mm, einem Probekörper mit $V_S = 1$ cm³ und der Verwendung von Wasser als Eintauchflüssigkeit, ist der Bestimmungsfehler von $m_{S,IL}$ beim veränderten Stand der Flüssigkeit ungefähr durch 0,1 mg angegeben, wenn ein Draht mit einem Durchmesser von $d_{wire} = 0,5$ mm verwendet wird; oder er ist durch 0,5 mg angegeben, wenn Probekörperhalter, die an zwei Drähten mit einem Durchmesser von $d_{holder} = 0,8$ mm hängen, verwendet werden. Daher ist es vorteilhaft einen Draht oder Probekörperhalter, die an Drähten aufgehängt sind, zu verwenden, der/die einen geringen Durchmesser hat/haben und einen Eintauchbehälter mit großem Durchmesser.

5.1.4.4 Die Dichte ρ_S des Probekörpers bei 23 °C (oder 27 °C), in Gramm je Kubikzentimeter, ist nach Gleichung (3) zu berechnen:

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

Dabei ist

$m_{S,A}$ die scheinbare Masse des Probekörpers an der Luft, in g;

$m_{S,IL}$ die scheinbare Masse des Probekörpers in der Eintauchflüssigkeit, in g;

ρ_A die Dichte der Luft (siehe Text unten), in g/cm³;

ρ_{IL} die Dichte der Eintauchflüssigkeit (nach 5.1.4.1), in g/cm³.

Wenn ein Draht zum Wägen des Probekörpers in der Eintauchflüssigkeit verwendet wird, ist die Dichte ρ_S des Probekörpers, in Gramm je Kubikzentimeter und bei 23 °C (oder 27 °C), nach Gleichung (4) zu berechnen:

$$\rho_S = \frac{m_{S,A} \cdot \rho_{IL} - m_{S,IL} \cdot \rho_A}{m_{S,A} - (m_{S,IL} + m_{W,IL}) + m_{W,IL}} \quad (4)$$

wobei $m_{W,IL}$ die scheinbare Masse des Drahtes (ohne Probekörper) in der Eintauchflüssigkeit (siehe 5.1.4.3), in g, ist.

Bei Probekörpern mit einer geringeren Dichte als die der Eintauchflüssigkeit, darf die Prüfung auf die gleiche, bereits beschriebene Weise durchgeführt werden, mit einem Probekörperhalter, der für das Wägen schwebender Probekörper, z. B. mithilfe eines invertierten Korbes, geeignet ist. Falls erforderlich, ist eine geeignetes, Zusatzgewicht zu verwenden, um das Schweben des Probekörpers zu kompensieren.

Wenn solch ein Probekörperhalter nicht verfügbar ist und das Wägen des Probekörpers mithilfe eines Drahts durchgeführt wird, ist ein Senkgewicht aus Blei oder aus einem anderen dichten Werkstoff an dem Draht zu befestigen, sodass sich das Senkgewicht unterhalb des Flüssigkeitsstands befindet, wie der Probekörper während des Eintauchens. Gleichung (4) ist für die Berechnung der Dichte des Probekörpers zu verwenden und das Senkgewicht wird als Teil des Aufhängedrahts angesehen.

Bei einer vereinfachten, weniger genauen Bestimmung der Dichte, darf der ungefähre Wert von $\rho_A \approx 0,0012 \text{ g/cm}^3$ für die Dichte der Luft verwendet werden.

Bei einer genauen Bestimmung kann die Dichte der Luft in Gleichung (3) und Gleichung (4) nach Anhang B berechnet werden, anstatt die bereits angegebene Annäherung zu verwenden.

Wenn der Luftauftrieb vernachlässigt wird, kann Gleichung (3) und Gleichung (4) jeweils zu Gleichung (5) und Gleichung (6) vereinfacht werden:

$$\rho_S \approx \frac{m_{S,A} \cdot \rho_{IL}}{m_{S,A} - m_{S,IL}} \quad (5)$$

$$\rho_S \approx \frac{m_{S,A} \cdot \rho_{IL}}{m_{S,A} - (m_{S,IL} + m_{W,IL}) + m_{W,IL}} \quad (6)$$

ANMERKUNG Das Vernachlässigen des Luftauftriebs geht bei der Bestimmung der Dichte von Kunststoffen mit Dichten von (0,7 bis 1,5) g/cm³ und bei dem Gebrauch von Wasser als Eintauchflüssigkeit mit einem Fehler von üblicherweise 0,05 % oder weniger einher.

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 Prüfeinrichtung

5.2.1.1 **Waage**, mit einer Fehlergrenze von $\pm 0,1$ mg.

5.2.1.2 **Pyknometer** (5.1.1.8).

5.2.1.3 **Flüssigkeitsbad** (5.1.1.9).

5.2.1.4 **Exsikkator**, angeschlossen an ein Vakuumsystem.

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 (5.2.1.2) ist zu wägen. In das Pyknometer ist eine geeignete Menge an Kunststoffmaterial einzuwägen. Der Probekörper ist mit der Eintauchflüssigkeit (5.2.2) zu bedecken und sämtliche anhaftende Luftbläschen sind zu entfernen, indem das Pyknometer in einem Exsikkator (5.2.1.4) 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 (5.2.1.3) auf konstante Temperatur $[(23 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ (oder $(27 \pm 0,5)^\circ\text{C}$, ausgewählt nach ISO 291)] zu bringen und anschließend ist es genau 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 5.1.4.1 festgelegt, zu bestimmen.

5.2.4.4 Die Dichte ρ_S des Probekörpers bei 23°C (oder 27°C), in Gramm je Kubikzentimeter, ist nach Gleichung (7) zu berechnen:

$$\rho_S = \frac{m_S \times \rho_{IL}}{m_1 - m_2} \quad (7)$$

Dabei ist

m_S die scheinbare Masse des Probekörpers, in g;

m_1 die scheinbare Masse der Flüssigkeit, die zum Füllen des leeren Pyknometers erforderlich ist, in g;

m_2 die scheinbare Masse der Flüssigkeit, die zum Füllen des Pyknometers mit darin befindlichem Probekörper erforderlich ist, in g;

ρ_{IL} die vom Lieferer angegebene oder nach der Festlegung in 5.1.4.1 bestimmte Dichte der Eintauchflüssigkeit bei 23°C (oder 27°C), in g/cm^3 .