

DIN EN ISO 4787



ICS 71.040.20

Einsprüche bis 2021-03-15
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 4787:2011-05

Entwurf

**Laborgeräte aus Glas –
Volumenmessgeräte –
Prüfverfahren und Anwendung (ISO/DIS 4787:2021);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 4787:2021**

Laboratory glass and plastic ware –
Volumetric instruments –
Methods for testing of capacity and for use (ISO/DIS 4787:2021);
German and English version prEN ISO 4787:2021

Verrerie de laboratoire –
Instruments volumétriques –
Méthodes de vérification de la capacité et d'utilisation (ISO/DIS 4787:2021);
Version allemande et anglaise prEN ISO 4787:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-01-15 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- 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 fnla@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 Laborgeräte und Laboreinrichtungen (FNLa), 10772 Berlin oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 52 Seiten

DIN-Normenausschuss Laborgeräte und Laboreinrichtungen (FNLa)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 4787:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 48 „Laboratory equipment“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 332 „Laborausrüstungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 055-01-08 AA „Volumenmessgeräte“ im DIN-Normenausschuss Laborgeräte und Laboreinrichtungen (FNLa).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigefügt. 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 384	siehe	DIN EN ISO 384
ISO 385	siehe	DIN EN ISO 385
ISO 648	siehe	DIN EN ISO 648
ISO 835	siehe	DIN EN ISO 835
ISO 1042	siehe	DIN EN ISO 1042
ISO 1773	siehe	DIN ISO 1773
ISO 3507	siehe	DIN ISO 3507
ISO 3696	siehe	DIN ISO 3696
ISO 4788	siehe	DIN EN ISO 4788
ISO 4797	siehe	DIN EN ISO 4797

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 4787:2011-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Kunststoffwaren wurden hinzugefügt;
- b) neue Informationen zum Einstellen des Meniskus für einen gewölbten Meniskus;
- c) verbesserte Bilder für das Einstellen des Meniskus;
- d) Tabelle 1 wurde überarbeitet;
- e) Tabelle 2 mit Mindestanforderungen für Messgeräte wurde hinzugefügt;
- f) Überarbeitung der Umgebungsbedingungen des Versuchsraums;

- g) neue Informationen zur Reproduzierbarkeit und Unsicherheit in Anhang E;
- h) Gleichung (C.1) wurde zu Gleichung (1) geändert;
- i) redaktionelle Überarbeitung der Norm.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 384, *Laborgeräte aus Glas oder Kunststoff — Grundlagen für Gestaltung und Bau von Volumenmessgeräten*

DIN EN ISO 385, *Laborgeräte aus Glas — Büretten*

DIN EN ISO 648, *Laborgeräte aus Glas — Vollpipetten*

DIN EN ISO 835, *Laborgeräte aus Glas — Messpipetten*

DIN EN ISO 1042, *Laborgeräte aus Glas — Messkolben*

DIN EN ISO 4788, *Laborgeräte aus Glas — Messzylinder und Mischzylinder*

DIN EN ISO 4797, *Laborgeräte aus Glas — Erlenmeyer-, Rund- und Stehkolben mit Kegelschliff*

DIN ISO 1773, *Laborgeräte aus Glas — Erlenmeyer-, Rund- und Stehkolben, enghalsig*

DIN ISO 3507, *Laborgeräte aus Glas — Pyknometer*

DIN ISO 3696, *Wasser für analytische Zwecke — Anforderungen und Prüfungen*

<i>Titel de:</i>	Laborgeräte aus Glas — Volumenmessgeräte — Prüfverfahren und Anwendung (ISO/DIS 4787:2021)
<i>Titel en:</i>	Laboratory glass and plastic ware — Volumetric instruments — Methods for testing of capacity and for use (ISO/DIS 4787:2021)
<i>Titel fr:</i>	Verrerie de laboratoire — Instruments volumétriques — Méthodes de vérification de la capacité et d'utilisation (ISO/DIS 4787:2021)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Messprinzip	7
5 Volumen und Bezugstemperatur	7
5.1 Volumeneinheit	7
5.2 Bezugstemperatur	7
6 Geräte und Kalibrierflüssigkeit	7
7 Einflussgrößen auf die Genauigkeit von Volumenmessgeräten	8
7.1 Allgemeines	8
7.2 Temperatur	8
7.2.1 Temperatur des Volumenmessgeräts	8
7.2.2 Temperatur der Kalibrierflüssigkeit	9
7.3 Sauberkeit der Oberfläche	9
7.4 Bedingungen bei gebrauchten Volumenmessgeräten	9
7.5 Ablaufzeit und Wartezeit	9
8 Einstellen des Meniskus	10
8.1 Allgemeines	10
8.2 Einstellen des Meniskus	10
8.2.1 Meniskus bei durchsichtigen Flüssigkeiten	10
8.2.2 Meniskus bei undurchsichtigen Flüssigkeiten	12
9 Kalibrierverfahren	12
9.1 Allgemeines	12
9.2 Prüfraum	12
9.3 Befüllung und Abgabe	12
9.3.1 Messkolben und Messzylinder	12
9.3.2 Auf Abgabe justierte Pipetten	13
9.3.3 Auf Einguss justierte Pipetten	13
9.3.4 Auf Abgabe justierte Büretten	13
9.4 Wägung	14
9.5 Volumen- und Unsicherheitsberechnung	14
10 Anwendung	15
10.1 Allgemeines	15
10.2 Messkolben (siehe ISO 1042 oder ISO 5215)	16
10.3 Messzylinder (siehe ISO 4788 oder ISO 6706)	16
10.4 Büretten (siehe ISO 385)	17
10.5 Pipetten	17
Anhang A (informativ) Reinigen von Volumenmessgeräten aus Glas	18
Anhang B (informativ) Reinigen von Volumenmessgeräten aus Kunststoff	19

Anhang C (normativ) Gleichungen und Tabellen für die Berechnung.....	20
C.1 Allgemeine Berechnung.....	20
C.2 Tabellen für die Berechnung.....	21
Anhang D (informativ) Kubischer Wärmeausdehnungskoeffizient.....	24
Anhang E (informativ) Berechnung der Wiederholpräzision und der Unsicherheit.....	25
Literaturhinweise.....	26

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 4787:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 48 „Laboratory equipment“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 332 „Laborausrüstungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 4787:2011 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 4787:2021 wurde von CEN als prEN ISO 4787:2021 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-Direktiven, 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-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

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/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 48, *Laboratory equipment*, Arbeitsgruppe WG7, *Volumetric apparatus made of glass and plastic*, erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 4787:2010) die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- a) Geräte aus Kunststoff wurden aufgenommen;
- b) neue Informationen zur Justierung eines konvexen Meniskus (Wulstrand) wurden hinzugefügt;
- c) Bilder zur Meniskusjustierung wurden verbessert;
- d) Tabelle 1 wurde optimiert;
- e) neue Tabelle 2 zu den Mindestanforderungen an die Messgeräte wurde hinzugefügt;
- f) neue Umgebungsbedingungen im Prüfraum wurden hinzugefügt;
- g) neue Informationen hinsichtlich Wiederholpräzision und Unsicherheit wurden in Anhang E hinzugefügt;
- h) Gleichung (C.1) wurde in Gleichung (1) geändert.

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

Diese Internationale Norm legt Verfahren für die Prüfung, Kalibrierung und Anwendung von Volumennessgeräten aus Glas und Kunststoff fest, um eine größtmögliche Genauigkeit bei der Anwendung zu erhalten.

ANMERKUNG Als Prüfung wird der Vorgang bezeichnet, anhand dessen die Konformität des einzelnen Volumennessgeräts mit der zutreffenden Norm untersucht wird; mit dem Ziel, eine Messabweichung an einem oder mehreren Punkten zu ermitteln.

Die Internationalen Normen für einzelne Volumennessgeräte enthalten Abschnitte mit der Definition des Nennvolumens; diese Abschnitte enthalten ausreichende Angaben zur Handhabung, womit das Nennvolumen zweifelsfrei zu bestimmen ist. Diese Internationale Norm enthält zusätzliche Angaben.

Die Prüfverfahren gelten für Volumennessgeräte mit Nennvolumen im Bereich von 100 µl bis 10 000 ml. Sie gelten für Vollpipetten (siehe ISO 648), für Messpipetten und Verdünnungspipetten (siehe ISO 835), für Büretten (siehe ISO 385), für Messkolben (siehe ISO 1042) und für Messzylinder (siehe ISO 4788 und ISO 6706).

Die Verfahren werden nicht für die Prüfung von Volumennessgeräten mit Nennvolumen von weniger als 100 µl empfohlen, z. B. für Mikroglassgeräte.

Diese Internationale Norm behandelt nicht ausdrücklich Pyknometer nach ISO 3507. Jedoch können die hier festgelegten Verfahren für die Volumenbestimmung zum größten Teil auch für die Kalibrierung von Pyknometern angewendet werden.

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 385, *Laboratory glassware — Burettes*

ISO 648, *Laboratory glassware — Single-volume pipettes*

ISO 835, *Laboratory glassware — Graduated pipettes*

ISO 1042, *Laboratory glassware — One-mark volumetric flasks*

ISO 1773, *Laboratory glassware — Narrow-necked boiling flasks*

ISO 3696, *Water for analytical laboratory use — Specification and test methods*

ISO 4788, *Laboratory glassware — Graduated measuring cylinders*

ISO/IEC Guide 99:2007, *International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

ISO 6706, *Plastics laboratory ware — Graduated measuring cylinders*

ISO/IEC Guide 98:2008, *Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO/IEC Guide 99.

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 <http://www.electropedia.org/>

4 Messprinzip

Das allgemeine Verfahren zur Prüfung des Nennvolumens und der Anwendung beruht auf einer Bestimmung des Wasservolumens, das entweder im Volumenmessgerät enthalten ist oder durch das Volumenmessgerät abgegeben wird. Das Wasservolumen wird aus seiner bekannten Masse unter Berücksichtigung des Wägauftriebs und der Dichte berechnet (gravimetrisches Prüfverfahren).

5 Volumen und Bezugstemperatur

5.1 Volumeneinheit

Die Einheit für das Volumen muss der Milliliter (ml) sein, der einem Kubikzentimeter (cm³) entspricht.

5.2 Bezugstemperatur

Die Norm-Bezugstemperatur, d. h. die Temperatur, bei der das Volumenmessgerät sein Nennvolumen aufnehmen oder abgeben soll, muss 20 °C betragen.

Falls das Volumenmessgerät zur Verwendung in einem Land benötigt wird, das als Norm-Bezugstemperatur 27 °C festgelegt hat (die in ISO 384 für Verwendung in den Tropen empfohlene Alternative), muss die Bezugstemperatur 20 °C betragen.

6 Geräte und Kalibrierflüssigkeit

6.1 Analytische Waage oder gleichwertige Wägeeinrichtung.

Die Waage für die Prüfung muss nach den in Tabelle 1 angegebenen Mindestanforderungen in Abhängigkeit vom Nennvolumen des zu prüfenden Geräts ausgewählt werden.

Tabelle 1 — Mindestanforderungen an die Waage

Nennvolumen V	Ablesbarkeit mg	Wiederholpräzision mg	Erweiterte Verwendungs- messunsicherheit $U (k = 2)^a$ mg
$100 \mu\text{l} \leq V \leq 10 \text{ ml}$	0,1	0,2	0,4
$10 \text{ ml} < V \leq 1\,000 \text{ ml}$	1	2	4
$V > 1\,000 \text{ ml}$	10	10	40
^a Erweiterte Verwendungsmessunsicherheit ermittelt nach EURAMET CG-18 [2] (einschließlich anwendbarer Definitionen) zum Wert des Nennvolumens. Liegt die Verwendungsmessunsicherheit nicht vor, sollte die Kalibrierunsicherheit herangezogen werden.			

6.2 Messgeräte

Die Mindestanforderungen an jedes entsprechende Messgerät sind in Tabelle 2 beschrieben.

Tabelle 2 — Mindestanforderungen an die Messgeräte

Parameter	Ablesbarkeit	Erweiterte Verwendungsmessunsicherheit ($k = 2$)
Thermometer für Flüssigkeiten	0,1 °C	0,2 °C
Thermometer für Raumluft	0,1 °C	0,2 °C
Hygrometer	1 % rel. Luftfeuchte	5 % rel. Luftfeuchte
Barometer	0,1 kPa	1 kPa
Zeitmessgerät	1 s	nicht zutreffend

6.3 Kalibrierflüssigkeit, destilliertes oder entionisiertes Wasser entsprechend dem Qualitätsgrad 3 nach ISO 3696 sollte für die Prüfung verwendet werden. Die Wassertemperatur muss innerhalb von $\pm 0,5$ °C der Umgebungslufttemperatur liegen.

6.4 Vorlagegefäß, Erlenmeyerkolben aus Glas, soweit möglich mit Schliff, z. B. nach ISO 1773, ISO 4797 oder ISO 24450. Das Vorlagegefäß muss über ein Nennvolumen verfügen, das für die Wassermenge, die durch das Volumenmessgerät abgegeben wird, angemessen ist.

7 Einflussgrößen auf die Genauigkeit von Volumenmessgeräten

7.1 Allgemeines

Gewöhnlich treffen die gleichen Fehlerquellen sowohl auf die Kalibrierung als auch auf die Anwendung zu. Bei der Kalibrierung wird jede Möglichkeit ausgeschöpft, diese Fehler auf ein Minimum zu begrenzen; bei der Anwendung hängt der Aufwand vom erforderlichen Maß an Genauigkeit ab. Wenn die größtmögliche Genauigkeit gewünscht ist, sollte das Volumenmessgerät weitestgehend in der gleichen Weise verwendet werden wie bei der Kalibrierung.

7.2 Temperatur

7.2.1 Temperatur des Volumenmessgeräts

7.2.1.1 Das Nennvolumen von Volumenmessgeräten schwankt mit der Änderung der Temperatur. Die „Bezugstemperatur“ des Messgeräts ist jene spezifische Temperatur, bei der ein Volumenmessgerät sein Nennvolumen aufnehmen oder abgeben soll (siehe 5.2).

7.2.1.2 Ein bei 20 °C kalibriertes Volumenmessgerät, das jedoch bei 27 °C verwendet wird, würde eine zusätzliche Messabweichung von nur 0,007 % aufweisen, falls es aus Borosilicatglas ist, das einen kubischen Ausdehnungskoeffizienten von $9,9 \times 10^{-6} \text{ °C}^{-1}$ hat, und eine zusätzliche Messabweichung von 0,02 %, falls es aus Kalknatronglas ist, das einen kubischen Ausdehnungskoeffizienten von $27 \times 10^{-6} \text{ °C}^{-1}$ hat. Diese Messabweichungen sind kleiner als die Fehlergrenzen der meisten Volumenmessgeräte. Wenn jedoch Kalibrierungen durchgeführt werden, ist es wichtig, die Bezugstemperatur zu berücksichtigen.

7.2.2 Temperatur der Kalibrierflüssigkeit

Die Temperatur des bei der Kalibrierung verwendeten Wassers muss auf $\pm 0,1$ °C gemessen werden, mit einer Höchstabweichung von ± 1 °C während der Prüfung. Korrekturen für Temperaturabweichungen von der Bezugstemperatur, die bei der Prüfung oder Verwendung auftreten, müssen in Übereinstimmung mit Gleichung (1), 9.5 und Anhang C durchgeführt werden. Die Temperatur der Flüssigkeit sollte in dem Gefäß gemessen werden, aus dem die Geräte befüllt werden, bzw. direkt in den Geräten, sofern dies technisch möglich ist.

7.3 Sauberkeit der Oberfläche

Das in ein Volumenmessgerät aufgenommene oder von ihm abgegebene Volumen hängt von der Sauberkeit der inneren Oberfläche ab. Mangelnde Sauberkeit der Glasoberfläche führt in zweierlei Hinsicht zu Abweichungen infolge eines schlecht ausgebildeten Meniskus:

- unvollständige Benetzung der Glasoberfläche, d. h. die Flüssigkeitsoberfläche bildet mit dem Glas einen beliebigen Winkel, statt so gekrümmt zu sein, dass das Glas tangential berührt wird;
- ein zu großer Krümmungsradius aufgrund von Verunreinigungen der Flüssigkeitsoberfläche, die die Oberflächenspannung herabsetzen.

Volumenmessgeräte aus Polyolefinen, wie Polypropylen (PP) und Polymethylpenten (PMP), oder aus Fluorkunststoffen, wie Perfluoralkoxy-Copolymer (PFA), haben wasserabweisende Oberflächen, die zu einem schlecht ausgebildeten konvexen oder gleichmäßig flachen Meniskus führen (siehe 8.2 und 8.3).

Der steigende oder fallende Flüssigkeitsmeniskus darf seine Form nicht verändern (d. h. er darf sich an seinen Ecken nicht kräuseln). Um zu entscheiden, ob ein Glasgerät ausreichend sauber ist, muss es während des Befüll- und Abgabevorgangs beobachtet werden. Zusätzlich erkennt ein erfahrener Benutzer die Krümmung eines sauber ausgebildeten Meniskus im Verhältnis zum Meniskusbereich.

Bei Volumenmessgeräten, die für Flüssigkeitsabgabe verwendet werden, führt mangelnde Sauberkeit zu zusätzlichen Messabweichungen aufgrund eines unregelmäßig oder unvollständig ausgebildeten Flüssigkeitsfilms an der Wandoberfläche, der z. B. Tropfen an der Glasoberfläche bildet. Außerdem können chemische Rückstände durch Verunreinigung Abweichungen am analytischen Ergebnis verursachen. Deshalb muss bei der Verwendung von Volumenmessgeräten mit Schliffstopfen der Reinigung der Schliffzone besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden.

ANMERKUNG Beispielsweise könnten geringe Säurerückstände die Konzentration alkalischer Lösungen verändern, mit denen das Volumenmessgerät gefüllt wird.

Zufriedenstellende Reinigungsverfahren sind in Anhang A und Anhang B angegeben.

7.4 Bedingungen bei gebrauchten Volumenmessgeräten

Die Oberfläche muss von offensichtlichen Schäden frei sein, Skalen und Aufschriften müssen deutlich lesbar sein, und insbesondere bei Volumenmessgeräten, die auf Abgabe justiert sind, muss die Spitze frei von Schäden sein und einen ungehinderten Abfluss der Flüssigkeit ermöglichen.

7.5 Ablaufzeit und Wartezeit

Bei Volumenmessgeräten für die Flüssigkeitsabgabe ist das abgegebene Volumen immer kleiner als das im Volumenmessgerät enthaltene Volumen; dies ist dem Flüssigkeitsfilm geschuldet, der an den Innenwänden des Volumenmessgeräts zurückbleibt. Das Volumen dieses Flüssigkeitsfilms hängt von der Ablaufzeit der Flüssigkeit ab, und das abgegebene Volumen wird mit abnehmender Ablaufzeit geringer. Beispielsweise wird das Abgabevolumen einer Pipette oder einer Bürette kleiner, wenn die Spitze abgebrochen ist (kürzere Ablaufzeit), oder es nimmt zu, wenn die Spitze nicht sauber ist und der Flüssigkeitsabfluss behindert wird.

In den Internationalen Normen für Volumenmessgeräte wurden Ablaufzeiten und Wartezeiten unter den o. g. Gesichtspunkten festgelegt, und diese Zeiten müssen eingehalten werden.

8 Einstellen des Meniskus

8.1 Allgemeines

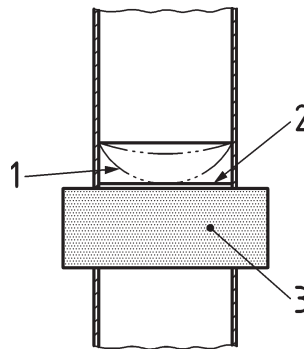
Die meisten Volumenmessgeräte verwenden das Prinzip des Einstellens oder Ablesens eines Meniskus (die Grenzfläche zwischen Luft und Flüssigkeit) auf einem Skalenteilstrich oder einer Ringmarke. Wo immer möglich, sollte der Meniskus auf seine Position fallend eingestellt werden.

Der Körper des Volumenmessgeräts muss sich in vertikaler Position befinden. Das Auge des Benutzers muss in der gleichen horizontalen Ebene wie der Meniskus oder der Skalenteilstrich sein.

8.2 Einstellen des Meniskus

8.2.1 Meniskus bei durchsichtigen Flüssigkeiten

Bei einem konkaven Meniskus muss dieser so eingestellt werden, dass die Ebene der Oberkante des Skalenteilstrichs in der Horizontalen den tiefsten Punkt des Meniskus eben berührt und mit der Blicklinie übereinstimmt (siehe Bild 1).

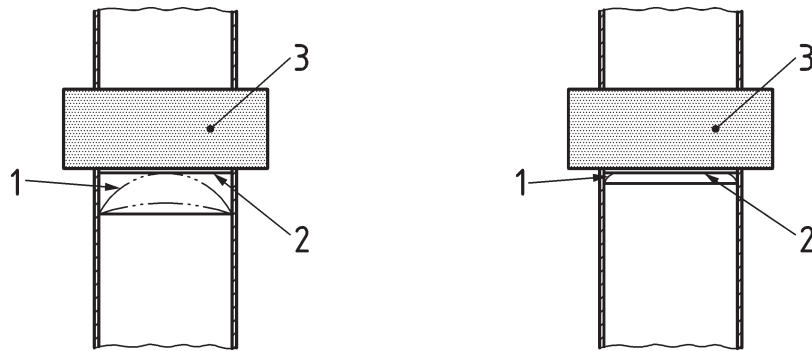


Legende

- 1 Meniskus
- 2 Skalenteilstrich
- 3 dunkelfarbiges Papier

Bild 1 — Einstellen eines konkaven Meniskus

Bei einem konvexen oder gleichmäßig flachen Meniskus (bekanntermaßen bei wasserabweisenden, nicht benetzenden Oberflächen aus Polyolefinen, wie PP und PMP, oder Fluorkunststoffen, wie PFA) muss dieser so eingestellt werden, dass die Ebene der Oberkante des Skalenteilstrichs in der Horizontalen den höchsten Punkt des Meniskus eben berührt und mit der Blicklinie übereinstimmt (siehe Bild 2).



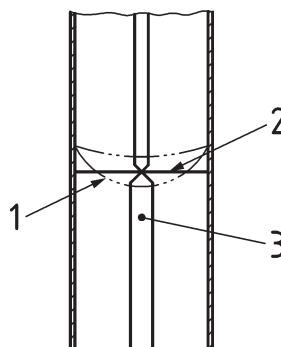
Legende

- 1 Meniskus
- 2 Skalenteilstrich
- 3 dunkelfarbigenes Papier

Bild 2 — Einstellen eines konvexen (links) oder gleichmäßig flachen Meniskus (rechts)

Falls ein Gerät, das einen konvexen oder gleichmäßig flachen Meniskus aufweist, nach dem in der vorherigen Version von ISO 4787 beschriebenen Verfahren kalibriert wurde (sein tiefster Punkt bei parallaxenfreier Beobachtung berührt eben die Oberkante des Skalenteilstrichs) müssen Differenzen bei der Meniskuseinstellung nach dem oben genannten Verfahren (Oberkante des Skalenteilstrichs in der Horizontalen berührt den höchsten Punkt des Meniskus) korrigiert werden. Diese Differenzen können zu sehr deutlichen Werten hinsichtlich der Fehlergrenze führen.

Bei Volumenmessgeräten mit Schellbachstreifen muss der Meniskus mithilfe der Einschnürung eingestellt werden, die durch die Wechselwirkung des Meniskus mit dem Schellbachstreifen entsteht. Die Einstellung ist erfolgt, wenn sich die engste Stelle der Einschnürung (die Spitze) auf dem Skalenteilstrich befindet (siehe Bild 3).



Legende

- 1 Meniskus
- 2 Skalenteilstrich
- 3 dunkelfarbigenes Papier

Bild 3 — Einstellen eines Meniskus mit Schellbachstreifen

Die Beleuchtung sollte so arrangiert werden, dass der Meniskus dunkel erscheint und sich vom Hintergrund abhebt. Zu diesem Zweck sollte er vor einem weißen Hintergrund betrachtet werden und vor unvorteilhafter Beleuchtung abgeschirmt sein. Dies kann beispielsweise durch die Befestigung eines Streifens schwarzen oder blauen Papiers unmittelbar unter dem Skalenteilstrich erreicht werden oder durch die Verwendung eines kurzen Stücks dicken, schwarzen Gummischlauchs, der an einer Seite aufgeschnitten und so groß ist, dass das Rohr des Volumenmessgeräts fest umschlossen wird. Eine Parallaxe wird vermieden, wenn die

Skalenteilstriche ausreichend lang sind, um gleichzeitig auf der Vorder- und Rückseite des Volumenmessgeräts gesehen zu werden.

Bei Volumenmessgeräten, die nur über Skalenteilstriche auf der Vorderseite verfügen, kann die Parallaxe durch die Einstellung auf die Oberkante der Marke vernachlässigbar gemacht werden, indem der Streifen schwarzen Papiers in horizontaler Lage betrachtet wird. Dabei muss das Auge so angesetzt werden, dass Vorder- und Rückseite der Oberkante deckungsgleich sind.

8.2.2 Meniskus bei undurchsichtigen Flüssigkeiten

Beim Abmessen von benetzenden, undurchsichtigen Flüssigkeiten, die einen konkaven Meniskus bilden, muss die Oberkante des Meniskus mit horizontaler Blicklinie abgelesen werden und gegebenenfalls eine entsprechende Korrektur durchgeführt werden.

Bei einem konvexen oder gleichmäßig flachen Meniskus muss dieser so eingestellt werden, dass die Ebene der Oberkante des Skalenteilstrichs in der Horizontalen den höchsten Punkt des Meniskus eben berührt und mit der Blicklinie übereinstimmt; gegebenenfalls muss eine entsprechende Korrektur durchgeführt werden.

9 Kalibrierverfahren

9.1 Allgemeines

Volumenmessgeräte außer Einmal-Pipetten müssen unmittelbar vor der Kalibrierung sorgfältig gereinigt werden (siehe 7.3). Volumenmessgeräte, die auf Einguss justiert sind, müssen nach der Reinigung getrocknet werden.

Bei Volumenmessgeräten, die auf Abgabe justiert sind, ist es wichtig, dass Vorlagegefäße aus Glas verwendet werden. Die Kapillareffekte, die die Ablaufzeit und das Abgabevolumen beeinflussen, hängen beträchtlich von dem Werkstoff ab, an dem die Flüssigkeit herabläuft. Außerdem ist die elektrostatische Aufladung von Glas geringer, was für die Wägung wichtig ist.

9.2 Prüfraum

Die Prüfungen müssen in einem zugfreien Raum unter konstanten Bedingungen durchgeführt werden. Der Prüfraum muss eine relative Luftfeuchte (RH) zwischen 35 % und 80 % und eine Temperatur von $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$ bzw. (27 ± 3) mit einer Abweichung während der Prüfung von höchstens $\pm 1 ^\circ\text{C}$ haben.

Umgebungsbedingungen mit einer Luftfeuchte von unter 35 % sollten unbedingt vermieden werden, da diese das Entstehen statischer Aufladung, die das Wägen erschwert, begünstigen.

Vor der Prüfung müssen das zu prüfende Gerät, alle Prüfgeräte und das Wasser eine ausreichende Zeit im Prüfraum gestanden haben, um Gleichgewicht mit den Raumbedingungen zu erreichen; die Temperaturschwankung im Raum sollte in dieser Zeit $1 ^\circ\text{C}$ je Stunde nicht überschreiten. Um Verdampfungskühlung zu vermeiden, sollte das Prüfwasser abgedeckt sein. Die Temperaturen (Raumtemperatur und Temperatur der Kalibrierflüssigkeit), der Luftdruck und die Luftfeuchte müssen aufgezeichnet werden.

ANMERKUNG Es ist unwahrscheinlich, dass diese Zeit für die Gleichgewichtseinstellung weniger als 2 h beträgt; sie könnte deutlich länger sein.

9.3 Befüllung und Abgabe

9.3.1 Messkolben und Messzylinder

Messkolben nach ISO 1042, Messkolben aus Kunststoff nach ISO 5215 und Messzylinder nach ISO 4788 oder ISO 6706 müssen nach der Reinigung getrocknet werden. Sie müssen mithilfe eines zu einer Spitze