

DIN EN ISO 8222



ICS 75.180.30

Ersatz für
DIN EN ISO 8222:2003-04

**Messsysteme für Mineralölerzeugnisse –
Kalibrierung –
Volumenmaße, Bezugsmessbehälter und Feldmaße (einschließlich
Gleichungen für die Eigenschaften von Flüssigkeiten und Werkstoffen)
(ISO 8222:2020);
Deutsche Fassung EN ISO 8222:2020**

Petroleum measurement systems –
Calibration –
Volumetric measures, proving tanks and field measures (including formulae for properties of
liquids and materials) (ISO 8222:2020);
German version EN ISO 8222:2020

Systèmes de mesure du pétrole –
Étalonnage –
Contenants de mesure volumétriques, jauges étalons et contenants de mesure de travail (y
compris les formules relatives aux propriétés des liquides et des matériaux) (ISO 8222:2020);
Version allemande EN ISO 8222:2020

Gesamtumfang 89 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)
Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des NMP

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 8222:2020) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 28 „Petroleum and related products, fuels and lubricants from natural or synthetic sources“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 19 „Gasförmige und flüssige Kraft- und Brennstoffe, Schmierstoffe und verwandte Produkte aus Erdöl und mit biologischem oder synthetischem Ursprung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN (Niederlande) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-06-42 AA „Prüfung von flüssigen Kraftstoffen und Heizölen“ im Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des DIN-Normenausschusses Materialprüfung (NMP).

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

IEC 60751	siehe	DIN EN 60751
ISO 91	siehe	DIN ISO 91
ISO 3696:1987	siehe	DIN ISO 3696: 1991-06
ISO 4267-2	siehe	DIN EN ISO 4267-2
ISO 4788	siehe	DIN EN ISO 4788
ISO 7278-1	siehe	DIN EN ISO 7278-1
ISO 7278-2	siehe	DIN EN ISO 7278-2
ISO 8222:2002	siehe	DIN EN ISO 8222:2003-04
ISO 8316:1987	siehe	DIN EN ISO 8316:1995-11

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 8222:2003-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Erweiterung des Anwendungsbereichs;
- b) Aktualisierung von Gleichungen in Anhang A;
- c) vollständige Überarbeitung des gesamten Dokuments.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 8222: 1996-03, 2003-04

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60751, *Industrielle Platin-Widerstandsthermometer und Platin-Temperatursensoren*

DIN EN ISO 4267-2, *Mineralöl und flüssige Mineralölerzeugnisse — Berechnung von Ölmengen — Teil 2: Dynamische Messung*

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

DIN EN ISO 7278-1, *Flüssige Kohlenwasserstoffe — Dynamische Messung — Prüfsysteme für volumetrische Meßgeräte — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*

DIN EN ISO 7278-2, *Flüssige Kohlenwasserstoffe — Dynamische Messung — Prüfsysteme für volumetrische Meßgeräte — Teil 2: Rohrprüfer*

DIN EN ISO 8222:2003-04, *Messsysteme für Mineralölerzeugnisse — Kalibrierung — Temperaturkorrekturen zur Anwendung auf volumetrische Bezugsmessbehälter (ISO 8222:2002); Deutsche Fassung EN ISO 8222:2002*

DIN EN ISO 8316:1995-11, *Durchflußmessung von Flüssigkeiten in geschlossenen Leitungen — Verfahren der Volumenbestimmung mit einem Meßbehälter (ISO 8316:1987); Deutsche Fassung EN ISO 8316:1995*

DIN ISO 91, *Mineralölerzeugnisse und verwandte Produkte — Temperatur und Druck Volumenkorrekturfaktoren (Mineralölmesstafeln) und Standardbezugsbedingungen*

DIN ISO 3696: 1991-06, *Wasser für analytische Zwecke; Anforderungen und Prüfungen; Identisch mit ISO 3696:1987*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Messsysteme für Mineralölerzeugnisse —
Kalibrierung —
Volumenmaße, Bezugsmessbehälter und Feldmaße
(einschließlich Gleichungen für die Eigenschaften von
Flüssigkeiten und Werkstoffen)
(ISO 8222:2020)

Petroleum measurement systems —
Calibration —
Volumetric measures, proving tanks and field measures
(including formulae for properties of liquids and
materials)
(ISO 8222:2020)

Systèmes de mesure du pétrole —
Étalonnage —
Contenants de mesure volumétriques, jauges étalons et
contenants de mesure de travail (y compris les formules
relatives aux propriétés des liquides et des matériaux)
(ISO 8222:2020)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 17. Februar 2020 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 CEN-CENELEC-Management-Zentrum 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, 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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe, Symbole und Einheiten	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Symbole und Einheiten	15
4 Rückführbarkeit	16
5 Allgemeine Konstruktionsmerkmale volumetrischer Maße	17
5.1 Allgemeine Konstruktion	17
5.2 Konstruktion zur Anzeige des Volumens – Auflösung	20
5.2.1 Größe des Stutzens	20
5.2.2 Schauglas	20
5.2.3 Skalen	21
5.2.4 Justierung von Skala und kalibriertem Volumen	23
5.2.5 Horizontalausrichtung	23
5.3 Zusätzliche Aspekte der Konstruktion	24
5.3.1 Temperaturmessung	24
5.3.2 Ventile und Anschlüsse	25
5.3.3 Größe von Maßen	25
5.4 Füllen und Entleeren	26
5.4.1 Entleerungszeiten und Fluide	26
5.4.2 Verfahren zum Füllen und Entleeren	29
5.5 Kennzeichnungen	30
6 Prüfmaße	31
6.1 Überblick	31
6.2 Konstruktion und Ausführung von Prüfmaßen	33
7 Bezugsmessbehälter	35
7.1 Überblick	35
7.2 Allgemeine Ausführung	38
7.3 Unterer Stutzen	38
7.4 Festigkeit	39
7.5 Stütze	39
7.6 Größe	39
7.7 Mobilität	39
7.8 Überlauf und Gasrückführung	39
7.9 Füllen und Entleeren	40
8 Alternative Konstruktionen	40
8.1 Konstruktionen mit hoher Genauigkeit	40
8.2 Automatische Pipetten	40
8.3 Bezugsmessbehälter mit unterem Schauglas	41
9 Kalibrierung	41

9.1	Allgemeines	41
9.2	Übliche Kalibrierverfahren	42
9.3	Gravimetrische Kalibrierung	44
9.3.1	Kurzbeschreibung	44
9.3.2	Kalibrierkreislauf und Kalibrierungseinrichtung	45
9.3.3	Verfahren für die gravimetrische Kalibrierung eines Maßes	45
9.4	Volumetrische Kalibrierung	46
9.4.1	Kurzbeschreibung	46
9.4.2	Kalibrierkreislauf und Einrichtung	46
9.4.3	Verfahren für die volumetrische Kalibrierung eines Maßes (Wasserzufuhr)	47
9.4.4	Verfahren für die volumetrische Kalibrierung eines Maßes (Wasserentnahme)	48
9.4.5	Ergänzende Anmerkungen zu den Verfahren	49
9.5	Kalibrierung durch ein Referenzmessgerät	50
9.5.1	Kurzbeschreibung	50
9.5.2	Kalibrierkreislauf	50
9.5.3	Ausrüstung	51
9.5.4	Verfahren für die Kalibrierung durch ein Referenzmessgerät	52
9.6	Kalibrierung der Stutzenskalen	53
10	Berechnungen	53
10.1	Überblick	53
10.2	Referenzvolumen	54
10.3	Überführtes Volumen (volumetrisches Verfahren)	54
10.4	Überführtes Volumen (gravimetrisches Verfahren)	56
10.5	Kalibriertes Volumen des Prüfgeräts	57
10.6	Mehrere Füllungen	58
10.7	Kalibrierung eines Maßes mit einem Referenzmaß	58
10.8	Kalibrierung eines Durchflussmessgerätes unter Verwendung eines Maßes als Referenz	59
10.9	Kalibrierung eines Verdrängungsprüfers (Rohrprüfers) unter Verwendung eines Maßes als Referenz	59
11	Kalibrierung und Einstellung von Stutzen und Skala	59
11.1	Kalibrierung des Stutzens	59
11.2	Einstellung der Skalen	61
12	Sicherheit	61
Anhang A (informativ)	Eigenschaften von Fluiden und Materialien	63
Anhang B (informativ)	Temperaturmessung und Thermometer	78
Anhang C (informativ)	Norm-Inhaltsmaße aus Glas	80
Anhang D (informativ)	Ablezen eines Meniskus	81
Anhang E (informativ)	Genauigkeit und Unsicherheit von volumetrischen Maßen	82
Literaturhinweise		83

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 8222:2020) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 28 „Petroleum and related products, fuels and lubricants from natural or synthetic sources“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 19 „Gasförmige und flüssige Kraft- und Brennstoffe, Schmierstoffe und verwandte Produkte aus Erdöl und mit biologischem oder synthetischem Ursprung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2020 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 8222:2002.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 8222:2020 wurde von CEN als EN ISO 8222:2020 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/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 28, *Petroleum and related products, fuels and lubricants from natural or synthetic sources*, Unterkomitee SC 2, *Measurement of petroleum and related products*, in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN) und dessen Technischem Komitee CEN/TC 19, *Gasförmige und flüssige Kraft- und Brennstoffe, Schmierstoffe und verwandte Produkte aus Erdöl und mit biologischem oder synthetischem Ursprung*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 8222:2002), die technisch überarbeitet wurde. Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Überarbeitung des Titels und des Anwendungsbereichs, damit das Dokument die Konstruktion, Kalibrierung und Verwendung eines breiten Spektrums volumetrischer Maße abdecken kann, einschließlich Bezugsmessbehälter, Prüfmaße, Feldmaße und Normale;
- Bereitstellung überarbeiteter, aktualisierter und erweiterter Gleichungen, um die Berechnung der Temperaturkorrektur zu ermöglichen, einschließlich der Hinzufügung von Gleichungen für Salzwasser, andere Flüssigkeiten und Materialeigenschaften.

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.

Einleitung

Volumetrische oder Hohlmaße werden verwendet, um ein genaues Volumenmaß bereitzustellen, wodurch eine Kalibrierreferenz für andere Volumenmessgeräte, wie z. B. Rohrverdrängungsprüfer oder Durchflussmessgeräte, bereitgestellt wird.

Volumenmaße werden in Bezug auf das Fassungsvermögen eingeteilt, Prüfmaße haben weniger als 20 l. Maße über 20 l werden als Bezugsmessbehälter eingestuft. Normale sind dafür ausgelegt, regulatorische Vorgaben zu erfüllen, und weisen daher festgelegte Volumina auf. Andere Maße haben nicht genormte Volumina, die speziell auf eine Anwendung zugeschnitten sind, zum Beispiel Maße zur Begleitung eines Prüfers mit kleinem Volumen.

Volumetrische Maße können zum Kalibrieren von Durchflussmessgeräten, sowohl Betriebs- als auch Referenzmessgeräten, verwendet werden. Sie können auch zum Kalibrieren von sekundären Volumenmaßen, Verdrängungsprüfern (Rohrprüfern) und Lagertanks verwendet werden.

Anhang A enthält die empfohlenen Gleichungen, die bei der Kalibrierung und Anwendung von volumetrischen Maßen und bei anderen volumetrischen Messungen verwendet werden. Das schließt die Eigenschaften von reinem und salzhaltigem Wasser, die Eigenschaften von kohlenwasserstoffhaltigen Flüssigkeiten und die Konstruktionswerkstoffe von volumetrischen Messgeräten ein.

WARNUNG — Die Anwendung dieses Dokuments könnte die Anwendung gefährlicher Stoffe, Arbeitsgänge und Geräte mit sich bringen. Dieses Dokument beansprucht nicht, alle damit verbundenen Sicherheitsprobleme zu behandeln. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders dieses Dokuments, angemessene Maßnahmen in Bezug auf den Gesundheits- und Arbeitsschutz einzuleiten.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt die Konstruktion, Verwendung und Kalibrierung von volumetrischen Maßen (Hohlmaßen), die für den Einsatz an festen Orten in einem Laboratorium oder im Feld vorgesehen sind. Dieses Dokument enthält Leitlinien sowohl zu genormten als auch nicht genormten Maßen. Es umfasst außerdem tragbare und mobile Maße. Dieses Dokument gilt für die Mineralölindustrie; es darf jedoch auf andere Anwendungen ausgeweitet werden.

Dieses Dokument schließt Maße für kryogene Flüssigkeiten und druckbeaufschlagte Maße, wie sie für Flüssiggas (LPG, en: liquid petroleum gas) und Flüssigerdgas (LNG, en: liquefied natural gas) verwendet werden, aus.

Volumetrische Maße sind in Abhängigkeit von dem Fassungsvermögen und der Konstruktion als Prüfmaße oder Bezugsmessbehälter eingestuft.

Die in diesem Dokument beschriebenen Maße werden hauptsächlich konstruiert, kalibriert und verwendet, um Volumina von einem Maß zu messen, das vor der Verwendung für eine festgelegte Zeit benetzt und entleert wird und für die Bereitstellung (Ablauf) bestimmt ist. Viele der Bestimmungen gelten jedoch gleichermaßen für Maße, die verwendet werden, um ein Volumen mit einem sauberen und trockenen Maß zu messen, und die für die Aufnahme (Einguss) bestimmt sind.

Es sind Leitlinien hinsichtlich der üblicherweise erwarteten Unsicherheiten und Kalibrierungsspezifikationen angeführt.

Dieses Dokument enthält in Anhang A außerdem Referenz-Gleichungen, mit denen die Eigenschaften von Wasser und anderen Fluiden und Materialien, die bei volumetrischen Messungen verwendet werden, ganz allgemein beschrieben werden.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten 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 <http://www.electropedia.org/>

3.1.1

Genauigkeit

Ausmaß der Annäherung eines Messwerts an einen wahren Wert einer Messgröße

Anmerkung 1 zum Begriff: „Messgenauigkeit“ ist keine Größe und sollte nicht quantitativ ausgedrückt werden. Die quantitative Angabe der Genauigkeit sollte in Bezug auf die Unsicherheit erfolgen. Eine „gute Genauigkeit“ oder „genauer“ schließt kleine Messabweichungen ein. Ein beliebiger vorgegebener numerischer Wert sollte als Richtwert herangezogen werden.

[QUELLE: VIM:2012, 2.13]

3.1.2

Justierung

Menge von Tätigkeiten, die an einem Messsystem ausgeführt werden, sodass dieses festgelegte Anzeigen liefert, die Werten einer zu messenden Größe entsprechen

Anmerkung 1 zum Begriff: Justierung sollte nicht mit Kalibrierung verwechselt werden, die eine Voraussetzung für Justierung ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Nach der Justierung ist üblicherweise eine Neukalibrierung erforderlich.

[QUELLE: VIM:2012, 3.11]

3.1.3

automatische Pipette

Überlaufpipette

Hochpräzisionsmaß, bei dem das entnommene Volumen durch einen oberen Überlauf statt durch eine Messskala definiert ist

3.1.4

Randmaß

Feldmaß, bei dem das Volumen durch einen Überlauf vom oberen Rand des Halses definiert ist

3.1.5

Kalibrierung

Tätigkeit, die unter festgelegten Bedingungen in einem ersten Schritt eine Beziehung zwischen den durch Normale zur Verfügung gestellten Größenwerten mit ihren Messunsicherheiten und den entsprechenden Anzeigen mit ihren beigeordneten Messunsicherheiten herstellt und in einem zweiten Schritt diese Information verwendet, um eine Beziehung herzustellen, mit deren Hilfe ein Messergebnis aus einer Anzeige erhalten wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine vereinfachte Definition ist „Reihe von Abläufen, die unter festgelegten Bedingungen die Beziehung zwischen den Werten von Größen, die von einem Messgerät angezeigt werden, und den entsprechenden von Normen realisierten Werten herstellen“.

Anmerkung 2 zum Begriff: Kalibrierung sollte nicht mit Justierung eines Messsystems verwechselt werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Bezeichnung „Bezugsmessung“ wird in der Mineralölindustrie verwendet und hat die gleiche Bedeutung, kann jedoch die Überprüfung der Ergebnisse anhand festgelegter Annahmekriterien einschließen.

[QUELLE: VIM:2012, 2.39]

3.1.6

kalibriertes Volumen

Volumen eines Maßes zwischen einem oberen und unteren Bezugspunkt, bestimmt durch Kalibrierung und angegeben bei einer Normtemperatur

3.1.7

anhaftendes Produkt

Flüssigkeitsfilm, der nach dem Entleeren an der Innenfläche eines volumetrischen Maßes haftet und zu einem Restvolumen führt

3.1.8

Korrekturfaktor

numerischer Faktor, mit dem das unkorrigierte Ergebnis einer Messung bei den gemessenen Bedingungen multipliziert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Korrekturfaktoren auf Normbedingungen werden verwendet, um ein Volumen bei beobachteten Bedingungen in das Volumen bei anderen (Norm-)Bedingungen umzuwandeln.

3.1.9

Kolben

Verdrängerkolben

Vorrichtung bestehend aus einem Kolben, der zum Einstellen des Volumens eines volumetrischen Maßes verwendet wird

3.1.10

Entleerungszeit

Gesamtzeit, die benötigt wird, um das Maß oder den Tank zu entleeren und ein gleichbleibendes Restvolumen zu erhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Entleerungszeit beginnt mit dem Öffnen des Entleerungsventils und endet mit dem Schließen nach einer bestimmten Zeit oder Bedingung. Die Entleerungszeit kann in zwei Teile unterteilt werden: die erste Entleerungszeit und die endgültige Entleerungszeit.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Trockenhohlmaß kann eingesetzt werden, wenn das Produkt schnell verdampft, zum Beispiel Ottokraftstoff. Diese Maße haben keine Entleerungszeit und die Mittel zur Sicherstellung, dass sie trocken sind, sind in Dokumenten festgelegt, die ihre Anwendung regeln.

3.1.11

endgültige Entleerungszeit

Zeit, die dem Ende der ersten Entleerungszeit folgt und zu einer festgelegten Zeit oder Bedingung endet, wie z. B. Tropfgeschwindigkeit

3.1.12

erste Entleerungszeit

Zeit für das Entleeren des größten Teils des Fluids aus dem Maß

Anmerkung 1 zum Begriff: Der erste Abfluss beginnt mit dem Öffnen des Entleerungsventils und endet bei einem festgelegten Füllstand, Zeitpunkt oder wenn der Durchfluss in eine definierte Riesel- oder Tropfgeschwindigkeit übergeht. Das ist vor Beginn der endgültigen Entleerungszeit.

3.1.13

Trockenhohlmaß

Inhaltsmaß, das kalibriert ist und mit völlig trockener innerer Oberfläche verwendet wird (d. h. kein anhaftendes Produkt oder Restvolumen)

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Volumen eines Trockenhohlmaßes kann für die Aufnahme (Einguss) bestimmt und entsprechend gekennzeichnet sein.

3.1.14

Abweichung

Messabweichung

Messwert minus einem Referenzwert

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine relative Messabweichung ist eine Abweichung dividiert durch einen Referenzwert. Diese kann als prozentualer Anteil angegeben werden.

[QUELLE: VIM:2012, 2.16]

3.1.15

Feldmaß

Maß, das dazu bestimmt ist, bei der regelmäßigen Kalibrierung anderer Geräte verwendet zu werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Obwohl die meisten Feldmaße tragbar sind, können sich einige an einem festen Ort befinden.

3.1.16

Schauglas

Flüssigkeitsstandanzeiger

durchsichtiges Rohr parallel zum Hals oder ein Fenster, das in den Hals eines Maßes eingesetzt ist, um den Flüssigkeitsstand im Hals anzuzeigen

Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt eine zugehörige Skala zur Anzeige des gemessenen Volumens.

3.1.17

Nennvolumen

Bemessungsvolumen eines volumetrischen Maßes

3.1.18

Primärmaß

gravimetrisch kalibriertes Referenzmaß

Anmerkung 1 zum Begriff: Primärmaße sollten von einem nationalen Messinstitut (NMI) oder einem kompetenten Laboratorium, das die Anforderungen von ISO/IEC 17025 erfüllt, kalibriert werden.

3.1.19

Bezugsmessung

Kalibrierung mit Vergleich zu festgelegten Annahmekriterien

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bezeichnung „Bezugsmessung“ wird in der Mineralölindustrie verwendet und ähnelt der Verifizierung.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bezugsmessung ist eine Kalibrierung, manchmal mit begrenztem Messbereich, nach Verfahren, die durch Normen, Vorschriften oder Verfahrensanweisungen festgelegt sind, die eine Bestimmung der Abweichungen eines Geräts ermöglichen und zeigen (beweisen), dass es nach festgelegten Abnahmekriterien funktioniert.

3.1.20

Bezugsmessbehälter

volumetrisches Maß, das im Allgemeinen ein Fassungsvermögen von mehr als 20 l und einen Bodenablauf aufweist

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Bezugsmessbehälter kann frei stehend oder auf einem LKW oder Anhänger montiert sein.

3.1.21

Guss

einzelne Flüssigkeitsmengen, die aus einem volumetrischen Maß gegossen werden oder in ein solches aufgenommen werden

3.1.22

Bereich

Wertebereich

Differenz zwischen dem Höchst- und dem Mindestwert einer Reihe von Werten

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser kann als Zahl für den halben Bereich ($\pm$) angegeben werden. Der relative Bereich wird üblicherweise als prozentualer Anteil eines festgelegten Wertes, zum Beispiel Mittelwert, Mindestwert oder ein anderer berechneter Wert, angegeben.

3.1.23

Referenzbedingungen

für die Bewertung des Leistungsverhaltens eines Maßes vorgeschriebene Betriebsbedingungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Das ist der Bereich der Umgebungs- und Fluidbedingungen, bei denen das Maß bewertet, verifiziert oder betrieben wird.

3.1.24

Referenzmaß

volumetrisches Maß, kalibriert, verwendet und gewartet, um die Rückführbarkeit auf andere Volumenmaße und -messgeräte, einschließlich Rohrprüfer und Referenz-Durchflussmessgeräte, sicherzustellen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Referenzmaß kann gravimetrisch (Primärmaß) oder volumetrisch mit einem Primärmaß kalibriert werden, das selbst gravimetrisch kalibriert wurde.

3.1.25

Wiederholpräzision

Messpräzision

Ausmaß der Übereinstimmung von Anzeigen oder Messwerten, die durch wiederholte Messungen unter vorgegebenen Bedingungen erhalten wurden

Anmerkung 1 zum Begriff: Vorgegebene Bedingungen bedeutet üblicherweise dieselbe Referenz, dieselben Bedingungen, dieselben Bediener und Verfahren und dass die Daten der Reihe nach über einen kurzen Zeitraum gewonnen werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Wiederholpräzision kann als Bereichswerte (Differenz zwischen dem Höchst- und Mindestwert) der Abweichung oder des K-Faktors angegeben werden. Alternativ kann die Wiederholpräzision als eine Funktion der Standardabweichung der Werte angegeben werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Division der Wiederholpräzision durch den Mittelwert ergibt einen relativen Wert, der als prozentualer Anteil angegeben werden kann. Es wird darauf hingewiesen, dass einige Normen die Division durch den Mindestwert vorschlagen.

[QUELLE: VIM:2012, 2.15]

3.1.26

Restvolumen

Volumen oder Menge, das/die nach dem Entleeren für die festgelegte Entleerungszeit im Maß verbleibt

3.1.27

Auflösung

quantitative Angabe zur Fähigkeit eines Anzeigergerätes, zwischen nahe beieinander liegenden Messwerten eindeutig zu unterscheiden

3.1.28

Skalenbezugspunkt

fest(e)r Referenzpunkt oder -marke, der/die bei der Herstellung oder Erstkalibrierung festgelegt wurde und worauf spätere Justierungen der Skala bezogen werden können

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies kann eine eingravierte Markierung am Hals oder ein anderer festgelegter Festpunkt, wie z. B. eine Pratte, sein. Die Lage sollte in Kalibrierscheinen angegeben sein.

3.1.29

Sekundärmaß

volumetrisches Maß, das durch ein Primärmaß kalibriert wird

3.1.30

Normbedingung

Basisbedingung

Bedingung von Temperatur und Druck, auf die sich die Volumen- oder Dichtemessungen beziehen, um die Messgröße zu normieren

Anmerkung 1 zum Begriff: Das sind die festgelegten Werte der Bedingungen, auf die die gemessene Größe umgerechnet wird.

Anmerkung 2 zum Begriff: In der Mineralölindustrie sind das üblicherweise 15 °C, 20 °C oder 60 °F und 101,325 kPa.

Anmerkung 3 zum Begriff: Normbedingungen können sich auf die Flüssigkeit oder das Volumen des Maßes beziehen. Diese können unterschiedlich sein.

Anmerkung 4 zum Begriff: Bei Normbedingungen angegebene Volumenmengen können durch Voranstellen eines „S“ vor die Volumeneinheit, zum Beispiel 4 Sm³ oder 700 kg/Sm³, angegeben werden. Diese Abkürzung wird anstelle der Einheit m³ (Normbedingungen) verwendet, wenn der Platz begrenzt ist und keine Verwechslungsgefahr bezüglich der Einheit besteht.

Anmerkung 5 zum Begriff: Normbedingungen sollten nicht mit Referenz-(Betriebs-)Bedingungen verwechselt werden, die für die Bewertung des Maßes vorgeschrieben sind.

3.1.31

Normal

volumetrisches Maß, das dafür ausgelegt ist, die Anforderungen von Regulierungsvorschriften zu erfüllen

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für Regulierungsvorschriften sind OIML R 120, die Messgeräte-richtlinie (MID) und NIST 105-3.

3.1.32

Normvolumen

Basisvolumen

bei Normbedingungen angegebenes Volumen

3.1.33

Abstreichmaß

Abziehmaß

Randmaß, bei dem das Volumen von der Oberkante des Stutzens definiert ist, der so konstruiert wurde, dass er durch Verschieben einer Mattglasscheibe darüber abgestrichen wird, um ein gleichbleibendes Volumen innerhalb des Maßes zu erhalten

3.1.34

Prüfmaß

tragbares volumetrisches Maß mit einem Fassungsvermögen von bis zu 20 l

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Prüfmaß kann zum Entleeren umgedreht werden oder mit einem Bodenablauf versehen sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Prüfmaß kann auch nicht tragbar sein, z. B. in einem festen Rahmen oder auf einem Fahrzeug. Es kann in einigen Fällen als ein Bezugsmessbehälter eingestuft werden.

3.1.35

Thermometerhülse

Metalltasche zur Aufnahme eines Temperaturmessgeräts, die durch die Wand eines Rohrs oder Volumenmaßes ragt oder daran befestigt ist

3.1.36

enthaltene Volumen

Normvolumen einer Flüssigkeit, das ein Maß in Bezug auf seine Referenzlinie oder seinen Bezugspunkt enthält, wenn es aus einem sauberen, trockenen Zustand gefüllt wird

3.1.37

bereitzustellendes Volumen

Normvolumen einer Flüssigkeit, das aus einem vorbenetzten Maß in Bezug auf seine Referenzlinie oder seinen Bezugspunkt und nach festgelegten Entleerungszeiten und -verfahren entnommen oder in dieses gefüllt werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein nasser Zustand wird erreicht, indem das Maß gefüllt und für die festgelegte Entleerungszeit und nach dem festgelegten Entleerungsverfahren entleert wird.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das bereitzustellende Volumen ist immer geringer als das enthaltene Volumen, da nach der festgelegten Entleerungszeit ein bestimmtes Volumen an Restflüssigkeit an den Wänden des Maßes verbleibt.

Anmerkung 3 zum Begriff: Ein mit einem Volumen auf Ablauf gekennzeichnetes Maß kann entweder zum Entnehmen oder Füllen von Volumina genutzt werden, solange die Benetzungs- und Entleerungsverfahren eingehalten werden.

3.1.38

füllen

aufnehmen

In

Technik zur Verwendung oder Kalibrierung eines volumetrischen Maßes durch Füllen von oben oder unten mit Flüssigkeit aus dem zu prüfenden Gerät oder der Referenz

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Referenz kann volumetrisch oder gravimetrisch sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: „In“ ist die vom EURAMET-Leitfaden cg 21 [2] angewendete Benennung.

3.1.39

entnehmen

Wasserfüllverfahren

Wasserentnahme

Ex

Technik zur Verwendung oder Kalibrierung eines volumetrischen Maßes durch Entnehmen von Flüssigkeit aus dem Maß in das zu prüfende Gerät oder die Referenz

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Referenz kann volumetrisch oder gravimetrisch sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das „Wasserfüllverfahren“ wird üblicherweise bei der Kalibrierung von Rohrprüfern eingesetzt

Anmerkung 3 zum Begriff: „Ex“ ist die vom EURAMET-Leitfaden cg 21 [2] angewendete Benennung.

3.1.40

Rückführbarkeit

metrologische Rückführbarkeit

messtechnische Rückführbarkeit

Eigenschaft eines Messergebnisses, wobei das Ergebnis durch eine dokumentierte, ununterbrochene Kette von Kalibrierungen, von denen jede zur Messunsicherheit beiträgt, auf eine Referenz bezogen werden kann

[QUELLE: VIM:2012, 2.41]

3.1.41

Übergabestelle

Punkt oder Stelle in einem Fluidtransfer, an dem die Menge und Zurechenbarkeit des Fluids von einem Messsystem zum anderen übergeht

3.1.42

Unsicherheit

nichtnegativer Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die der Messgröße auf der Grundlage der benutzten Information beigeordnet ist

[QUELLE: VIM:2012, 2.26]

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Unsicherheit wird üblicherweise als halber Breitenbereich zusammen mit der Wahrscheinlichkeitsverteilung bei diesem Bereich angegeben. Sie kann als Wert oder prozentualer Anteil des wahrgenommenen wahren Wertes angegeben werden.

3.1.43

volumetrisches Maß

Maß, das verwendet wird, um ein genaues Maß für ein Volumen bereitzustellen, wodurch eine Kalibrierreferenz für andere Volumenmessgeräte, wie z. B. Rohrverdrängungsprüfer oder Durchflussmessgeräte, bereitgestellt wird

3.1.44

Wasserzufuhr

Verfahren zum Kalibrieren eines Maßes durch Dekantieren von Flüssigkeit von einem Referenzmaß oder einem gravimetrischen System in ein zu prüfendes Gerät

3.1.45

nasses Hohlmaß

volumetrisches Maß, das vor dem Gebrauch in Übereinstimmung mit den im Kalibrierschein und in der Kalibrierungsspezifikation festgelegten Entleerungszeiten und -verfahren benetzt und entleert wurde

3.1.46

benetzt

Anteil der inneren Oberfläche eines volumetrischen Maßes, der während des Gebrauchs mit der Flüssigkeit in Kontakt gekommen ist

3.1.47

Überlauf

Vorrichtung, üblicherweise eine horizontale Kante, bei der ein einheitlicher Flüssigkeitsstand zum Bereitstellen eines Bezugspunktes hergestellt wird

3.2 Symbole und Einheiten

ANMERKUNG 1 Die bevorzugte Einheit für kinematische Viskosität ist Quadratmeter je Sekunde (m^2/s) oder Quadratmillimeter je Sekunde (mm^2/s). Die in diesem Dokument verwendete praktische Einheit ist die in der Industrie anerkannte Einheit Zentistoke (cSt); $1 \text{ cSt} = 1 \text{ mm}^2/\text{s}$.

ANMERKUNG 2 Die bevorzugte Einheit für ein bei einer Normbedingung angegebenes Volumen ist m^3 (Normbedingung). In der Praxis wird dies herkömmlicherweise mit Sm^3 abgekürzt, wenn der Platz begrenzt und eine Verwechslung der verwendeten Einheiten ausgeschlossen ist.

Symbol	Messgröße	Einheit
C_{tl}	Volumenkorrekturfaktor für die Wärmeausdehnung einer Flüssigkeit von der gemessenen Temperatur auf die Normtemperatur	
C_{dtl}	Volumenkorrekturfaktor für die Wärmeausdehnung einer Flüssigkeit von der Temperatur des Referenzgeräts (Maßes) auf die Temperatur des geprüften Geräts	
C_{tlr}	Volumenkorrekturfaktor für die Wärmeausdehnung einer Flüssigkeit von der Temperatur des Referenzgeräts (Maßes) auf die Normtemperatur	
C_{tlt}	Volumenkorrekturfaktor für die Wärmeausdehnung einer Flüssigkeit von der Temperatur des Prüfgeräts auf die Normtemperatur	
C_{pl}	Volumenkorrekturfaktor für die Kompressibilität einer Flüssigkeit vom gemessenen Druck auf Normdruck	
C_{plt}	Volumenkorrekturfaktor für die Kompressibilität einer Flüssigkeit vom Druck auf Normdruck eines zu prüfenden Geräts	
C_{ts}	Volumenkorrekturfaktor für die Wärmeausdehnung des Gerätes (Materials) auf das Volumen bei Normtemperatur	
C_{tsr}	Volumenkorrekturfaktor für die Wärmeausdehnung des Materials des Referenzmaßes auf das Volumen bei Normtemperatur	
C_{tst}	Volumenkorrekturfaktor für die Wärmeausdehnung des Materials des zu prüfenden Gerätes auf das Volumen bei Normtemperatur	
C_{ps}	Volumenkorrekturfaktor für die Druckausdehnung des zu prüfenden Gerätes auf das Volumen bei Normdruck	
F	Meterfaktor für ein Durchflussmessgerät bei Betriebstemperatur und -druck	
M	Masse des im Wägebehälter gesammelten Wassers	kg
t_r	Temperatur der Flüssigkeit im Referenzgerät	$^{\circ}\text{C}$
t_t	Temperatur der Flüssigkeit im zu prüfenden Gerät	$^{\circ}\text{C}$
t_{sr}	Normtemperatur für das Referenzmaß	$^{\circ}\text{C}$
t_{st}	Normtemperatur für das zu prüfende Gerät	$^{\circ}\text{C}$
V_m	von einem Durchflussmessgerät bei tatsächlich vorliegenden Bedingungen angezeigtes Volumen	m^3 oder l
V_r	durch eine Referenz, ein Maß oder Durchflussmessgerät bei tatsächlichen Bedingungen von Druck und Temperatur gemessenes Volumen	m^3 oder l
V_{rs}	kalibriertes Volumen eines Maßes, korrigiert hinsichtlich der Skalanzeige, d. h. das angezeigte Volumen bei Normbedingungen von einem Referenzmaß, korrigiert in Bezug auf bekannte Kalibrierfehler	m^3 oder l (Normbedingungen)

Symbol	Messgröße	Einheit
V_{ts}	Volumen des zu prüfenden Geräts bei Normbedingungen	m ³ oder l (Norm- bedingungen)
V_t	in eine oder von einer Referenz in das zu prüfende Gerät überführtes Volumen	m ³ oder l
W_a	Gewicht der bei der gravimetrischen Kalibrierung im Wägebehälter gesammelten Flüssigkeit	kg
α_r	linearer Ausdehnungskoeffizient des Referenzgeräts	°C ⁻¹
α_t	linearer Ausdehnungskoeffizient des zu prüfenden Geräts	°C ⁻¹
ρ_a	Dichte der Luft während der Wägung	kg/m ³
ρ_w	Nennichte der zur Kalibrierung der Wägevorrückung verwendeten Massestücke (üblicherweise festgelegt als 8 000 kg/m ³)	kg/m ³
ρ_r	Dichte der Flüssigkeit im Referenzgerät bei t_r	kg/m ³
ρ_t	Dichte der Flüssigkeit im zu prüfenden Gerät bei t_t	kg/m ³

4 Rückführbarkeit

Sämtliche beschriebenen volumetrischen Maße haben eine eindeutige Hierarchie in der Rückführungskette. Sie sind rückführbar auf Massennormale, kombiniert mit der abgeleiteten Dichte von reinem Wasser. Es gibt eine Hierarchie bezüglich der Rückführbarkeit, die eingehalten wird, um die von der endgültigen Anwendung geforderte Unsicherheit zu erreichen.

Ein Primärmaß wird durch Wägen des in einen Tank entnommenen Wassers auf einer Waage oder durch direktes Wägen des Maßes und Bestimmen des Gewichts der eingefüllten oder entnommenen Flüssigkeit kalibriert. Die Waage wird mit Massennormalen der geforderten Klasse [3] und Unsicherheit kalibriert. Die Masse und die Dichte von Wasser werden anschließend kombiniert, um das Volumen zu erhalten.

Ein Primärmaß kann zur Bestimmung des Volumens eines Sekundärmaßes verwendet werden. Das kann mehrere Messfüllungen erfordern. Ein Sekundärmaß kann zur Bestimmung des Kalibrierfaktors eines Durchflussmessgerätes verwendet werden. Zur Messung des Volumens eines Rohrprüfers oder eines großen Volumenmaßes oder zur Kalibrierung anderer Messgeräte kann ein Referenz-Durchflussmessgerät verwendet werden.

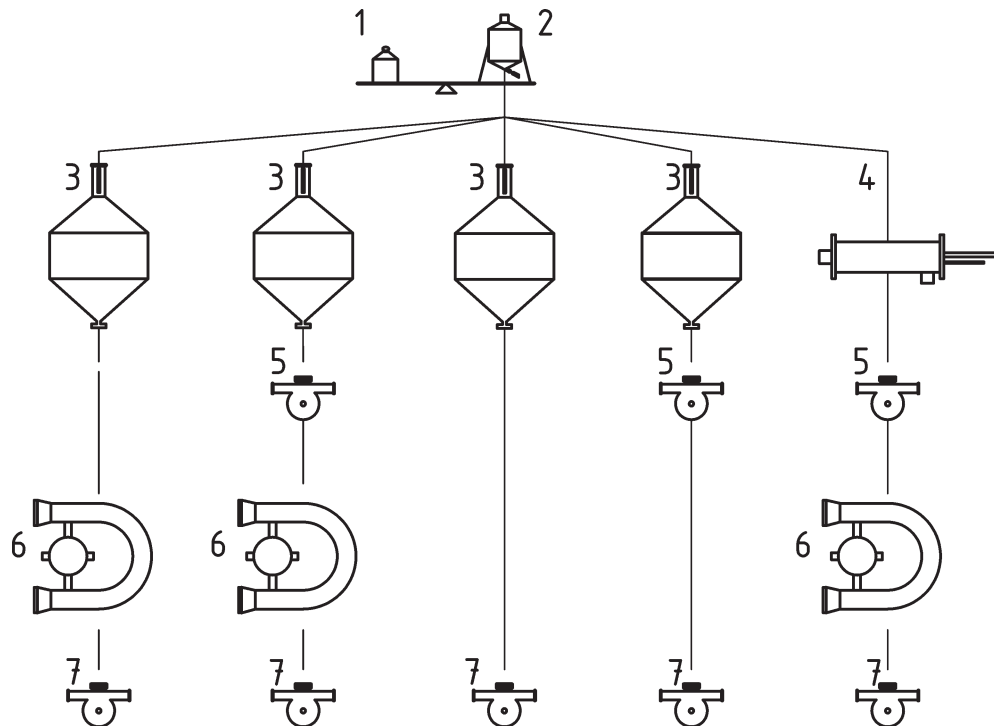
In Bild 1 ist schematisch ein Primärmaß dargestellt, das zur Bestimmung des Volumens eines Prüfers mit kleinem Volumen verwendet wird, der wiederum zur Kalibrierung eines Referenz-Durchflussmessgerätes zur Bestimmung des Volumens eines großen Rohrprüfers eingesetzt wird.

Primär- und Referenzmaße werden mit reinem Wasser oder sauberem Trinkwasser kalibriert. Die Wasserdichte wird aus den empfohlenen Gleichungen, die einen Zusammenhang zwischen Dichte und Temperatur herstellen, bestimmt und gegebenenfalls durch eine Messung der relativen Dichte korrigiert. Die Wasserdichte kann auch experimentell unter Anwendung eines kalibrierten Dichtemessgeräts bestimmt werden.

Einige Sekundärmaße, insbesondere große ortsfeste Maße, bedürfen möglicherweise einer Kalibrierung mit unreinem Wasser, Meerwasser oder einem Kohlenwasserstoffprodukt.

Die anwendbaren Gleichungen für die Eigenschaften der Flüssigkeit sind in Anhang A aufgeführt.

Die Unsicherheit für die Volumenbestimmung sollte entsprechend der Anwendung festgelegt werden. Richtwerte der Unsicherheit, die für verschiedene volumetrische Maße gelten, sind in Anhang E angeführt.



Legende

- 1 Massennormal
- 2 primäres Referenzmaß
- 3 Primärmaß
- 4 Kolbenprüfer mit kleinem Volumen
- 5 Referenz-Durchflussmessgerät
- 6 Rohrprüfer
- 7 Sekundärmaß

Bild 1 — Rückführbarkeit: Hierarchie von volumetrischen Maßen

5 Allgemeine Konstruktionsmerkmale volumetrischer Maße

5.1 Allgemeine Konstruktion

Volumetrische Maße sind Behälter mit festgelegtem Innenvolumen. Das Nennvolumen ergibt sich aus Konstruktion und Fertigung, wobei das kalibrierte Volumen anschließend durch Kalibrierung bestimmt wird. Das Volumen ist zwischen einem oberen und unteren Bezugspunkt festgelegt. Der obere Bezugspunkt kann eine Referenzlinie auf einer Skale oder ein Überlauf sein. Der untere Bezugspunkt kann ein Überlauf, die innere Ebene eines Entleerungsventils (im geschlossenen Zustand) oder eine Skalanzeige in einem unteren Sammelbehälter oder Stutzen sein.

Das Volumen wird als Volumen der Flüssigkeit im Maß bei einer festgelegten Normbedingung angegeben. Nenn- und kalibrierte Volumina dürfen für eine oder unterschiedliche Normbedingungen angegeben werden.

Das bereitzustellende Volumen ist das Normvolumen eines Maßes, das bei einer festgelegten Entleerungszeit aus einem vollen Maß entnommen werden kann. Es ist auch das Volumen, das in ein Maß gefüllt werden kann, das durch Füllen und anschließendes Entleeren für eine festgelegte Entleerungszeit vorbenetzt wurde.

Das enthaltene Volumen ist das Normvolumen eines sauberen, trockenen Maßes. Das enthaltene Volumen ist aufgrund der Restflüssigkeit, die an den Wänden eines nassen Maßes verbleibt, immer größer als das bereitzustellende Volumen.

Da Nenn- und kalibrierte Volumina unterschiedliche Bedingungen aufweisen können, sollten beide immer eindeutig als enthalten oder bereitzustellend gekennzeichnet sein und die Normtemperatur sollte angegeben werden.

Volumetrische Maße werden in zwei Kategorien eingeteilt, die nach einem für die manuelle Handhabung als sicher geltenden Gewicht getrennt sind. Diese Einteilung erfolgt nach den in OIML R120 [4], NIST 105-3 [5] und API-MPMS, Kapitel 4.4 [6] und Kapitel 4.7 [7] angeführten Leitlinien.

- 1) Prüfmaße weisen Volumina zwischen 5 l und 20 l auf. Kleinere Maße, die 3,8 l (1 US-Gallone) fassen, und Maße hinunter bis zu 1 l aus nichtrostendem Stahl oder Kohlenstoffstahl sind jedoch auch in der Klassifikation enthalten. Prüfmaße, die entsprechend den in Regulierungsvorschriften festgelegten Konstruktionen, Spezifikationen und Volumina hergestellt wurden, werden als Normale eingestuft. Prüfmaße können auch als Feldmaße bezeichnet werden, wenn sie so konstruiert sind, dass sie tragbar sind.
- 2) Bezugsmessbehälter sind Maße mit großen Volumina. Bezugsmessbehälter können Volumina von mehr als 20 l aufweisen und bis zu Tanks mit bis zu 20 m³ oder mehr reichen.

Volumetrische Maße aus Glas sind eine Kategorie von Zylindern oder Kolben mit Volumina von weniger als 10 l. Diese werden von dem vorliegenden Dokument nicht erfasst, dürfen jedoch als zusätzliche Volumenmaße beim Kalibrierungsprozess eingesetzt werden. Normgrößen für Maße aus Glas sind in Anhang C angeführt. Spezifikationen für derartige Maße sind in ISO 4788 angeführt.

Maße können von oben gefüllt oder von unten gefüllt sein.

Die Entleerung von Prüfmaßen kann durch Umdrehen des Maßes und Ausgießen des Inhalts oder durch Entleeren über einen unteren Anschluss und ein Ventil erfolgen. Bezugsmessbehälter werden von unten entleert.

Volumetrische Maße bestehen aus Materialien, die gegen Korrosion durch Wasser und andere Flüssigkeiten, die möglicherweise verwendet werden, einschließlich Reinigungsflüssigkeiten, beständig sein sollten. Nichtrostender Stahl ist das am häufigsten verwendete Material; es können jedoch auch andere Metalle verwendet werden, insbesondere bei älteren Maßen. Unlegierter Stahl (Kohlenstoffstahl) kann bei großen Sekundärmaßen verwendet werden, wenn er innen durch eine Beschichtung mit Epoxidharz, Phenolharz oder Glas vor Korrosion geschützt ist. Die Verwendung von ungeschütztem Kohlenstoffstahl sollte vermieden werden, da er Korrosion und Ablagerung unterliegt, selbst wenn Kohlenwasserstoffe das einzige verwendete Fluid sind. Es wird ein niedriger oder genau definierter Ausdehnungskoeffizient des Materials gewählt, daher ist die Verwendung von Materialien wie z. B. Aluminium und Kunststoff üblicherweise nicht zulässig (Kohlenstoffstahl-Verbundwerkstoffe bilden die Ausnahme, da sie einen sehr niedrigen Ausdehnungskoeffizienten haben).

Das verwendete Material ist zu dokumentieren und der Ausdehnungskoeffizient in der Konstruktionsdokumentation und Kalibrierscheinen anzugeben. Das sollte nach Möglichkeit auf dem Typschild eingraviert werden. Die vorgeschlagenen Standard-Ausdehnungskoeffizienten der Materialien sind in Anhang A angeführt.

Ausführung und Konstruktion sind derart, dass beim Füllen oder Leeren eine minimale Verformung des Maßes auftritt. Das wird durch eine angemessene Dicke des Materials erreicht. Verstärkungsbänder und geformte Endverschlüsse sorgen für eine ausreichende Steifigkeit des Maßes. Maße sind ausschließlich zylinderförmig.

Die Konstruktion und Ausführung sollten sicherstellen, dass die gesamte Flüssigkeit aus dem Maß abfließt, wenn es entleert wird, und die gesamte Luft verdrängt wird, wenn es gefüllt wird. Der zylindrische Abschnitt sollte vertikal oder geneigt sein, wobei die Enden eine gewölbte oder kegelförmige Form aufweisen. Neigungen an Kegeln und Zylindern sollten etwa 30° zur Waagerechten aufweisen. Norm-Bezugsmessbehälter und Prüfmaße weisen festgelegte Neigungen bei oberen und unteren Kegeln auf.

Innenliegende Schweißnähte und Verbindungen sollten glatt und so ausgeführt sein, dass ein Zurückhalten von Fluid oder Luft vermieden wird. Die Oberflächenbeschaffenheit sollte glatt sein, um das Anhaften von Flüssigkeit und die Kontamination durch Ablagerung zu minimieren.

Alle Inspektionsflansche oder -verbindungen zwischen den Abschnitten des Maßes sollten mit Metall-Metall-Flanschverbindungen ausgeführt sein, die mit „O“-Ringern oder nicht komprimierbaren Dichtungen abgedichtet sind, um sicherzustellen, dass sich das Volumen bei der Verwendung nicht ändert oder bei Störungen nur eine minimale Änderung auftritt. In ähnlicher Weise sollten alle Einfügungen in das Maß, wie z. B. Thermometerhülsen, Anschlüsse an Sichtrohre, Fenster und Ventile, geschweißt oder Metall-Metall-Verbindungen und abgewinkelt sein, um das Einschließen von Flüssigkeit oder Luft zu vermeiden.

Es sollte ein oberer vertikaler Halsabschnitt (Stutzen) mit einem Durchmesser vorhanden sein, der dafür ausgelegt ist, eine geeignete Auflösung der Volumenmessung zu bieten. In Bezugsmessbehältern kann auch ein unterer Stutzen vorhanden sein.

Alle Maße sollten über Mittel verfügen, um das Volumen durch die Verwendung eines Schauglases oder Fensters mit einer Skala oder alternativ eines mit dem oberen Hals verbundenen Überlaufs anzuzeigen. Das liefert den oberen Bezugspunkt zur Anzeige des Volumens. Ein unterer Bezugspunkt wird an einer festen Stelle festgelegt, bei der es sich um die Ebene des Entleerungsventils, einen Überlauf oder eine Ebene in einem Schauglas oder Fenster an einem unteren Stutzen handeln kann.

Alle Ventile, die bei einem volumetrischen Maß zum Befüllen oder Entleeren verwendet werden, sollten bei Prüfungen mit niedrigem Differenzdruck nachgewiesenermaßen blasendicht sein. Je nach Einsatzbereich sollten die zum Befüllen verwendeten Ventile bei entsprechendem Druck auch leckdicht sein. Ein Verfahren zum Überprüfen auf Dichtheit des Ventils im System, in der Regel durch Sichtprüfung, ist erforderlich.

Ein praktisches Verfahren der Leckprüfung besteht darin, das Maß zunächst in einer thermisch stabilen Umgebung zu lagern. Anschließend wird es gefüllt und der Füllstand wird aufgezeichnet, wobei alle Oberflächen unter dem Maß trocken sind. Es wird dann für 1 h oder länger ungestört belassen, bevor erneut geprüft wird, ob der Füllstand konstant geblieben ist und die Umgebung keine Anzeichen von Leckagen aufweist.

Die Ventile sollten so bemessen sein, dass sie den durch das Maß geforderten Durchflüssen beim Füllen und Entleeren entsprechen. An einigen Stellen können Doppelabsperrventile erforderlich sein.

Es ist wichtig, dass der Betrieb des Ventils, insbesondere der Entleerungsventile, keinen nachweisbaren Einfluss auf das gemessene Volumen durch Verdrängen des Fluids während des Betriebs hat.

Mittel und Verfahren zur Durchführung von Kalibrierungen, einschließlich Anschlüsse und Ventile, sollten festgelegt werden, um die Reproduktion der ursprünglichen Kalibrierbedingungen zu ermöglichen.

Beispiele für die verschiedenen Aspekte der Konstruktion sind in nachfolgenden Abschnitten dieses Dokuments angeführt.

5.2 Konstruktion zur Anzeige des Volumens – Auflösung

5.2.1 Größe des Stutzens

Alle Maße sind auf Mittel zur Anzeige oder Festlegung des enthaltenen Volumens, wenn es voll ist, angewiesen. Dies kann durch das Erreichen eines oberen Niveaus, eines Überlaufs oder durch Beobachten des Füllstands in einem Fenster und Vergleichen mit einer Skala erfolgen.

Ein Maß kann einen großen Durchmesser erfordern, um das erforderliche Volumen aufzunehmen, dies führt jedoch zu einer mangelhaften Auflösung des Füllstands. Um die erforderliche Auflösung zu erreichen, werden Maße so konstruiert, dass sie eine reduzierte Fläche in Form eines vertikalen Stutzens aufweisen. Dies ermöglicht es, ein großes Volumen im Hauptkörper zu sammeln, den Füllstand im Stutzen jedoch mit der erforderlichen Auflösung zu beobachten. Je enger der Stutzen, desto höher ist die Auflösung.

Bei ausreichender Auflösung sollte der Querschnitt des Stutzens keinen wesentlichen Gegendruck erzeugen, wenn das Maß gefüllt wird und Luft entweicht. Der Stutzen sollte ausreichend lang sein, um den ansteigenden Füllstand zu beobachten und den Durchfluss innerhalb der Skala zu stoppen.

Bei Laboratorium-Prüfmaßen mit hoher Genauigkeit sollte der Stutzen relativ lang und eng sein; Feld-Prüfmaße haben einen kürzeren und verhältnismäßig breiteren Stutzen. Die Stutzenfläche ist die Summe der Querschnittsflächen von Stutzen, Sichtrohr und eines beliebigen äußeren Füllrohres mit Befüllung von oben.

Als Orientierungshilfe sollte der Stutzendurchmesser so gewählt werden, dass eine Änderung des Füllstands von 3 mm der maximalen Unsicherheit bezüglich des Volumens entspricht, die vom Maß gefordert wird. Bei Normalen sollte das Stutzenvolumen in der Größenordnung von $\pm 1\%$ des Gesamtvolumens des Tanks liegen. Wenn der Durchfluss beim Füllen hoch ist oder wenn eine hohe Auflösung erforderlich ist, können der Stutzen und alle Schaugläser und Skalen länger sein. Vorgeschlagene Durchmesser von Stutzen für Normale sind in OIML R120 [4] angeführt.

5.2.2 Schauglas

Maße ohne oberen Überlauf sollten über Mittel verfügen, um das enthaltene Volumen anzuzeigen. Dies kann entweder ein gesondertes Sichtrohr parallel zum Stutzen oder ein in den Stutzen eingesetztes Fenster sein. Dem Schauglas sollte eine Skala zugeordnet sein. Das Schauglas darf länger sein als die zugehörige Skala sein, um die Beobachtung des Füllstands im Tank über und unter der Messstrecke zu ermöglichen.

Das Schauglas sollte aus Borosilicatglas hergestellt sein, es sei denn, es liegt eine Unverträglichkeit mit den verwendeten Fluiden vor.

Die Skala des Schauglases ermöglicht das Ablesen des Füllstands im Stutzen und weist einen Maßstab auf, der lesbar und dauerhaft auf der Skala markiert oder eingraviert ist. Obwohl die Skaleneinteilung auf dem Glas eingraviert werden kann, ist eine gesonderte Skala neben dem Glas bevorzugt. Eine gesonderte Skala ermöglicht eine bessere Deutlichkeit beim Ablesen eines Meniskus und ermöglicht eine Justierung.

Weitere Informationen dazu, wie der Füllstand bei der Bildung eines Meniskus gegen ein Schauglas abzulesen ist, sind in Anhang D enthalten.

Der Durchmesser eines Sichtrohres sollte derart sein, dass der gewünschte Grad der Auflösung erreicht wird, wobei die Bildung eines an der Rohrwand gebildeten Meniskus berücksichtigt wird. Normale weisen empfohlene Rohrdurchmesser auf, die in OIML R120 [4] angeführt sind.

Sichtrohre sollten einen freien, ungehinderten Eingang haben, damit das Fluid gleichmäßig und ohne Einschränkung in das Rohr fließen kann. Die Oberseite des Rohres sollte in die Oberseite des Stutzens, unterhalb der Oberseite, entlüften, wodurch ein freies Entweichen von Dampf und ein Überlaufen zum Stutzen ermöglicht werden. Es kann ein Zugang zur Oberseite des Rohres vorhanden sein, um eine Reinigung zu ermöglichen, ohne das Rohr und damit das Volumen des Maßes zu stören.

Bei ungünstigen Umgebungsbedingungen sollte sichergestellt werden, dass sich die Sichtrohrtemperatur nicht wesentlich von der Tanktemperatur unterscheidet. Ein derartiger Unterschied kann zu einer Volumenabweichung aufgrund unterschiedlicher Temperatúrausdehnung des Fluids innerhalb des Rohrs führen.

Bei Windböen kann es aufgrund von Druckschwankungen, die auf die Oberfläche der Flüssigkeit im Stutzen des Tanks wirken, schwierig sein, einen beständigen Füllstand im Schauglas zu erhalten. Dann sollten Vorkehrungen getroffen werden, um die Oberseite des Stutzens vor Wind zu schützen.

Bei Maßen kann anstelle von Schauglas und Skala ein Überlauf zum Festlegen des Bezugsniveaus verwendet werden. Ein Überlauf sollte ähnliche Anforderungen an die Auflösung und den Durchmesser (die Länge) des Überlaufs haben. Die Kanten des Überlaufs sollten horizontal bearbeitet und die Kante sollte nach außen zu einer scharfen, definierten Kante gefast werden.

5.2.3 Skalen

Beispiele von Skalen und Markierungen sind in Bild 2 angeführt. Die Skalen sollten auf beiden Seiten eines Schauglases oder Fensters so angebracht werden, dass der Füllstand sichtbar ist und genau und konsistent auf die Skalenanzeige bezogen werden kann. Dies sollte die Deutlichkeit maximieren und Abweichungen aufgrund von fehlerhafter Ablesung, Erkennung von Meniskus und Interpretation des Bedieners minimieren. Auf einer Seite eines Schauglasrohres sollte eine einzelne Skala angebracht werden, jedoch wird eine Rahmenausführung mit Skalenstrichen auf beiden Seiten bevorzugt. Die Skalen sollten zwischen 2 mm und 5 mm von der Seite des Fensters oder Rohres und geringfügig davor angeordnet werden.

Eine einzelne Skala sollte so angeordnet werden, dass sichergestellt ist, dass keine systematische Abweichung beim Ablesen auftritt, während eine Skala mit Rahmenausführung und Einheiten auf jeder Seite eine Konstruktion aus einem Stück sein sollte. Skalenstriche sollten sich bis zum Rand der Skala neben dem Rohr oder Fenster erstrecken.

Wenn Doppelskalen in verschiedenen Einheiten angebracht sind, zum Beispiel die Einteilung in metrischen und US-üblichen Einheiten, sollte die rechte Skala die metrische Skala und die zweite Skala entsprechend auf der linken Seite eingraviert sein. Es wäre normal, einen einzelnen Nennwert zu haben, der bei der Kalibrierung auf einer Skala bestimmt wurde, wobei die sekundäre Skala nach einem vorbestimmten Umrechnungsfaktor markiert ist.

Die Skalen sollten deutlich und dauerhaft gekennzeichnet und aus Materialien hergestellt sein, die weder Verschleiß noch Korrosion unterliegen sollten. Die Kennzeichnung oder Gravur sollte sich durch eine andere Farbe vom Skalenmaterial unterscheiden.

Die Skalen sollten sicher befestigt sein, dürfen jedoch einstellbar sein, um den nominalen Skalenstrich mit dem kalibrierten Volumen in Übereinstimmung zu bringen. Die Justierung sollte sicher und versiegelt sein, um Manipulationen zu verhindern.

Skalen für Normale sollten so gekennzeichnet sein, dass sich die Markierung für das Nennvolumen (Nennvolumenmarke) im Mittelpunkt der Skala befindet. Für bestimmte Anwendungen ist es zulässig, die Nennvolumenmarke zu verschieben, um eine längere graduierte Skala ober- oder unterhalb der Nennmarke zuzulassen. Die Nennvolumenmarke sollte über die gesamte Breite der Skala verlängert werden.

Bei Normalen beträgt die Länge der Skala üblicherweise $\pm 0,5\%$ des Tankvolumens. Bei einigen Anwendungen kann eine längere Skala erforderlich sein.

Die Skalen sollten deutlich gekennzeichnet sein, und es werden Markierungen für Haupt- und Hilfsintervalle empfohlen. Teilstriche sollten sich bis zu der Kante erstrecken, die dem Schauglas am nächsten liegt.

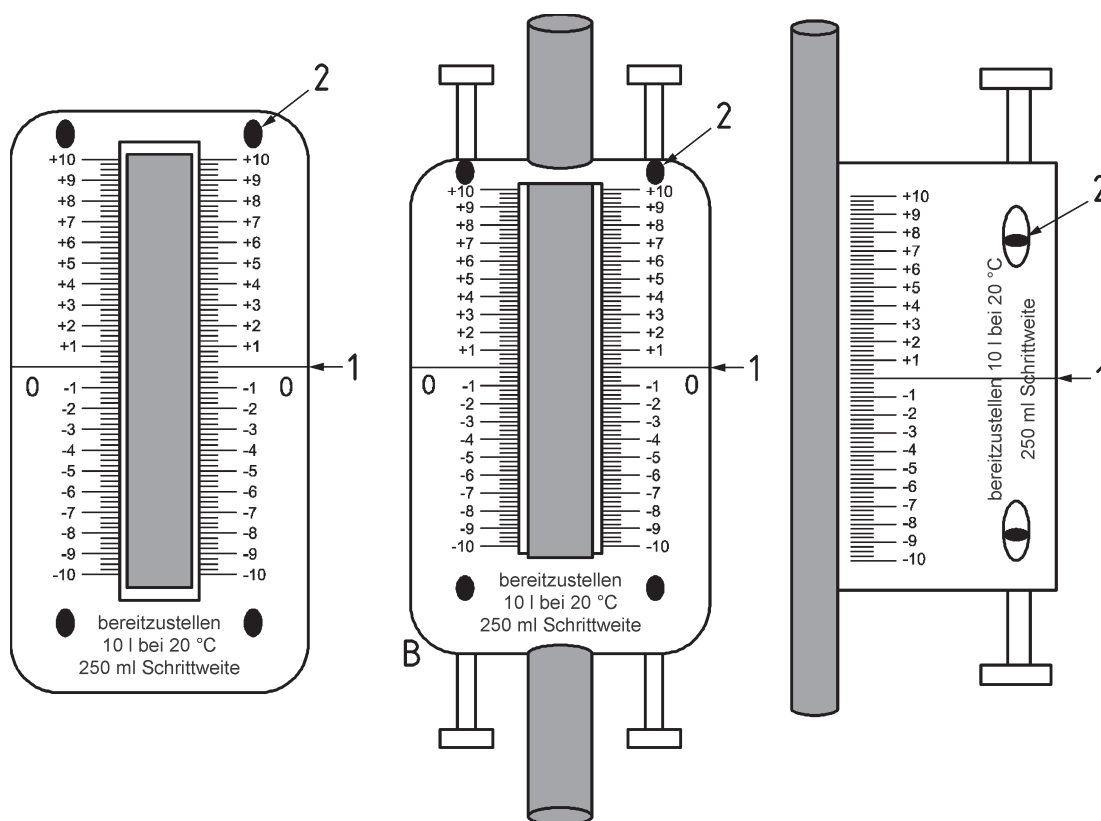
Als gute Praxis wird empfohlen, dass die Skaleneinteilungen im Abstand von 2 mm, aber nicht weniger als 1,5 mm angeordnet sein sollten. Bei Normalen sollten Skaleneinteilungen so festgelegt werden, dass sie eine Schrittweite angeben, die sich auf 0,05 % des Volumens des Maßes bezieht. Bei Primärmaßen sollte dieses Intervall auf 0,02 % und bei Primärmaßen mit hoher Auflösung weiter auf 0,01 % verringert werden.

Es ist wichtig, dass die Skalen so ausgerichtet sind, dass die Möglichkeit eines Parallaxenfehlers beim Ablesen verringert wird. Es sind Vorkehrungen erforderlich, die es einem Bediener ermöglichen, bei sicherem und geschütztem Zugang an einem beliebigen Punkt über den Bereich der Skalenlänge eine horizontale Sichtlinie zu erreichen.

Die Skala sollte den Wert und die Einheiten des Nennvolumens und die Einheiten der Schrittweite anzeigen. Der Wert des Nennvolumens darf an einer beliebigen Stelle auf der Skala oder im Vergleich zum nominalen Skalenstrich angezeigt werden. Skalenschritte sollten Volumenwerte oder $\pm$ -Volumenschritte vom Nennvolumen sein. Eine Kennzeichnung als $\pm$ -Prozentwert vom Nennvolumen wird nicht empfohlen. Von entscheidender Bedeutung ist die Deutlichkeit der Skalenschrittmarkierungen, um die Wahrscheinlichkeit einer fehlerhaften Ablesung zu verringern. Bei Doppelskalen sollten auf beiden Seiten Einheiten angegeben sein.

Das Skalenschild sollte das Nennvolumen als Angabe des enthaltenen oder des bereitzustellenden Volumens angeben. Es ist jedoch wichtig zu erkennen, dass das kalibrierte Volumen anders als das Nennvolumen abgeleitet worden sein könnte, und es sollten Schritte unternommen werden, um eine Verwechslung zu vermeiden.

Es kann auch sinnvoll sein, die Normtemperatur auf der Skala zusätzlich zur Angabe auf dem Typschild anzuführen.



Legende

- 1 Nennvolumenmarke
- 2 Befestigungsschraube und Dichtung

Bild 2 — Beispiele für Skalen

5.2.4 Justierung von Skala und kalibriertem Volumen

Skalen können angebracht werden, um die Justierung des nominalen Skalenstrichs an das kalibrierte Volumen zu ermöglichen. Eine derartige Justierung sollte gesichert und versiegelt werden, um eine ungeplante oder unbefugte Justierung zu verhindern.

Es ist gute Praxis, zum Zeitpunkt der Herstellung oder der ersten Kalibrierung eine feste Referenzmarke als Skalenbezugspunkt auszuweisen, um eine Referenz zu liefern, auf die spätere Skalenjustierungen bezogen werden können. Dies kann eine eingravierte Marke neben der Skala oder eine dauerhafte Befestigung am Stutzen sein, um die Lage der ursprünglichen Marke des Nenn- oder kalibrierten Volumens auf der Skala festzulegen. Dieser Skalenbezugspunkt sollte in Kalibrierscheinen angemessen beschrieben werden.

Obwohl es ungewöhnlich ist, sollte jede Justierung eines Überlaufs ähnliche Anforderungen an das Einstellen und Sichern des Überlaufs haben.

Ein Mittel zur Justierung des Nennvolumens des Maßes kann üblicherweise durch einen einstellbaren Kolben bereitgestellt werden, der in den seitlichen oder oberen Kegel eines Maßes eingesetzt wird. Der Kolben verdrängt das Volumen, wenn er eingebracht und justiert wird. Der Kolben sollte nachweislich dicht sein und das Einbringen in das Maß sollte keine Falle für Luft oder Flüssigkeit bilden. Üblicherweise beträgt die Verdrängung bei der Justierung nicht mehr als 0,1 % des Nennvolumens. Die Einstellung sollte verriegelt, gesichert und versiegelt werden können.

5.2.5 Horizontalausrichtung

Um eine genaue Messung zu erhalten, sollten der Stutzen des Maßes, das externe Schauglas und das Füllrohr senkrecht stehen. Die durch eine fehlerhafte Horizontalebene eingebrachte Abweichung kann durch Untersuchen des Höhenunterschieds über den Stutzen in Bezug auf die Abweichung zur Vertikalen bestimmt werden.

Bei Randmaßen und automatischen Pipetten sollten der Überlauf oder die Kante horizontal und rechtwinklig zum Stutzen verlaufen.

Die Ermittlung der vertikalen Ausrichtung des Stutzens ist vor jedem Gebrauch von entscheidender Bedeutung und sollte zwischen den Ablesungen überprüft werden, um sicherzustellen, dass keine Änderung erfolgt ist. Da sich die Horizontalebene während des Gebrauchs ändern kann, sollte sie ermittelt werden, wenn das Maß leer ist, und erneut, wenn es voll ist. Ein zunehmendes Gewicht kann eine Bewegung verursachen.

Eine Wasserwaage oder eine ähnliche Vorrichtung, die über der Oberseite eines Stutzens angeordnet wird, ist im Allgemeinen nicht geeignet. Die Horizontalebene sollte durch Überprüfen der vertikalen Ausrichtung des Stutzenabschnitts ermittelt werden. Wenn der Stutzen einen großen Durchmesser aufweist und Hersteller des Maßes sichergestellt hat, dass die Oberkante rechtwinklig zum Stutzen bearbeitet ist, wie dies bei Randmaßen der Fall ist, kann eine über der Oberseite des Stutzens angeordnete Wasserwaage annehmbar sein.

Fest eingebaute Wasserwaagen können an Maße angebracht sein. Diese können aus einer zweiachsigen Wasserwaage, zwei Wasserwaagen, um 90° versetzt auf einer einzelnen Platte, oder zwei Platten im rechten Winkel zueinander angeordnet bestehen. Alternativ kann eine einzelne Dosenlibelle verwendet werden, die auf einer Platte montiert ist. Die Platte(n) sollte(n) sicher am Tank befestigt sein und eine angemessen robuste Konstruktion aufweisen. Die Plattenoberfläche sollte in Bezug auf den vertikalen Stutzen horizontal sein. Es kann ein Justiermechanismus vorgesehen werden, um sicherzustellen, dass diese Ausrichtung hergestellt wird. Wasserwaagen sollten sicher befestigt und versiegelt werden. Die Auflösung von Wasserwaagen sollte die geforderte Unsicherheit des Maßes widerspiegeln. Wasserwaagen mit einer Empfindlichkeit von 2,5 mm Teilung je 45 min Neigungswinkel oder besser sind üblicherweise erforderlich.