

DIN EN ISO 8222



ICS 75.180.30

Entwurf

Einsprüche bis 2019-05-29
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 8222:2003-04

**Messsysteme für Mineralölerzeugnisse –
Kalibrierung –
Temperaturkorrekturen zur Anwendung auf volumetrische
Bezugsmessbehälter (ISO/DIS 8222:2019);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 8222:2019**

Petroleum measurement systems –
Calibration –
Temperature corrections for use when calibrating volumetric proving tanks
(ISO/DIS 8222:2019);
German and English version prEN ISO 8222:2019

Systèmes de mesure du pétrole –
Étalonnage –
Corrections de température à utiliser lors de l'étalonnage des jauges étalons
(ISO/DIS 8222:2019);
Version allemande et anglaise prEN ISO 8222:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-03-29 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 stellungnahme@fam-hamburg.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des NMP, 22205 Hamburg, Postfach 60 05 49, Überseering 40, 22297 Hamburg.

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 167 Seiten

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

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 8222:2019) 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 DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

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 internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 4006	siehe	DIN EN 24006
ISO 4267-2	siehe	DIN EN ISO 4267
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	siehe	DIN EN ISO 8316

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.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 24006, *Durchflußmessung von Fluiden in geschlossenen Leitungen; Begriffe und Formelzeichen (ISO 4006)*

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

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, *Durchflußmessung von Flüssigkeiten in geschlossenen Leitungen — Verfahren der Volumenbestimmung mit einem Meßbehälter*

— Leerseite —

**Messsysteme für Mineralölerzeugnisse — Kalibrierung —
Temperaturkorrekturen zur Anwendung auf volumetrische
Bezugsmessbehälter (ISO/DIS 8222:2019)**

*Systèmes de mesure du pétrole — Étalonnage — Corrections de température à utiliser lors de l'étalonnage des
jauges étalons (ISO/DIS 8222:2019)*

*Petroleum measurement systems — Calibration — Temperature corrections for use when calibrating volumetric
proving tanks (ISO/DIS 8222:2019)*

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.9p

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Vorwort	6
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe und Symbole	9
3.1 Begriffe	9
3.2 Symbole und Einheiten	16
4 Rückführbarkeit	18
5 Allgemeine Konstruktionsmerkmale volumetrischer Maße	19
5.1 Allgemeine Konstruktion	19
5.2 Konstruktion zur Anzeige des Volumens Auflösung	22
5.2.1 Größe des Stutzens	22
5.2.2 Schauglas	22
5.2.3 Skalen	23
5.2.4 Justierung von Skala und kalibriertem Volumen	25
5.2.5 Horizontalausrichtung	26
5.3 Zusätzliche Aspekte der Konstruktion	26
5.3.1 Temperaturmessung	26
5.3.2 Ventile und Anschlüsse	27
5.3.3 Größe von Maßen	28
5.4 Füllen und Entleeren	29
5.4.1 Entleerungszeiten und Fluide	29
5.4.2 Verfahren zum Füllen und Entleeren	31
5.5 Kennzeichnungen	32
6 Prüfmaße	33
6.1 Überblick	33
6.2 Ausführung	37
7 Bezugsmessbehälter	38
7.1 Überblick	38
7.2 Allgemeine Ausführung	42
7.3 Unterer Stutzen	43
7.4 Festigkeit	43
7.5 Stütze	43
7.6 Größe	43
7.7 Mobilität	43
7.8 Überlauf und Gasrückführung	44
7.9 Füllen und Entleeren	44
8 Alternative Konstruktionen	44
8.1 Konstruktionen mit hoher Genauigkeit	44
8.2 Automatische Pipetten	44
8.3 Bezugsmessbehälter mit unterm Schauglas	45
9 Kalibrierung	45

9.1	Allgemeines	45
9.2	Gravimetrische Kalibrierung	48
9.2.1	Kurzbeschreibung	48
9.2.2	Kalibrierkreislauf und Kalibrierungseinrichtung	49
9.2.3	Durchführung	49
9.3	Volumetrische Kalibrierung	50
9.3.1	Kurzbeschreibung	50
9.3.2	Kalibrierkreislauf und Kalibrierungseinrichtung	50
9.3.3	Durchführung (Wasserzufuhr)	51
9.3.4	Durchführung (Wasserentnahme)	52
9.3.5	Ergänzende Anmerkungen zu den Verfahrensweisen	53
9.4	Kalibrierung durch ein Referenzmessgerät	54
9.4.1	Kurzbeschreibung	54
9.4.2	Kalibrierkreislauf	54
9.4.3	Ausrüstung	55
9.5	Kalibrierung der Stutzenskalen	57
10	Berechnungen	57
10.1	Überblick	57
10.2	Referenzvolumen	58
10.3	Überführtes Volumen (volumetrisches Verfahren)	58
10.4	Überführtes Volumen (gravimetrisches Verfahren)	60
10.5	Kalibriertes Volumen des Prüfgeräts	61
10.6	Mehrere Füllungen	62
10.7	Kalibrierung eines Maßes mit einem Referenzmaß	62
10.8	Kalibrierung mit einem Durchflussmessgerät	63
10.9	Kalibrierung eines Prüfers mit kleinem Volumen	63
11	Kalibrierung und Einstellung von Stutzen und Skala	63
11.1	Kalibrierung des Stutzens	63
11.2	Einstellung der Skalen	64
12	Sicherheit	65
	Literaturhinweise	65
	Anhang A (normative) Eigenschaften von Fluiden und Materialien	67
A.1	Allgemeines	67
A.2	Volumenbezogener Temperaturkorrekturfaktor für Flüssigkeiten	67
A.3	Dichte von reinem (destilliertem oder vollentsalztem) Wasser	68
A.3.1	Allgemeines	68
A.3.2	Tanaka-Gleichung	68
A.3.3	Patterson und Morris (ISO 8222:2002)	69
A.3.4	Zustandsgleichung nach IAPWS 95	69
A.3.5	Korrektur für luftgesättigtes Wasser und Isotopenzusammensetzung	70
A.4	Dichte von unreinem und salzhaltigem Wasser	70
A.4.1	Beschreibung von unreinem Wasser	70
A.4.2	Gleichungen für die Dichte von unreinem Wasser bei Atmosphärendruck	72
A.4.3	Korrekturfaktor für die Wärmeausdehnung	73
A.4.4	Weitere Gleichungen, auf die verwiesen wird	74
A.4.5	Salinität aus relativer Dichte	75
A.4.6	Anwendung der Gleichungen für unreines Wasser	75
A.5	Dichte von Kohlenwasserstoffen	76
A.6	Korrekturfaktor für die Kompressibilität einer Flüssigkeit	76
A.6.1	Allgemeines	76
A.6.2	Kompressibilität von reinem Wasser	76
A.6.3	Kompressibilität von unreinem Wasser	77
A.6.4	Kompressibilität von Öl	77

A.7	Mantel- und Rohrmaterialien	78
A.8	Dichte von Luft.....	79
A.9	Viskosität von Wasser.....	80
	Literaturhinweise für Anhang A.....	81
	Anhang B (informative) Temperaturmessung und Thermometer	83
B.1	Thermometer.....	83
B.2	Thermometertaschen (Thermometerhülsen).....	83
B.3	Wassertemperatur.....	83
B.4	Umgebungsbedingungen und Lufttemperatur	84
	Anhang C (informativ) Norm-Inhaltsmaße aus Glas.....	85
C.1	Nennvolumina von Maßen aus Glas.....	85
C.2	Definition des Fassungsvermögens	86
C.3	Konstruktion und Ausführung.....	86
	Anhang D (informativ) Ablesen eines Meniskus.....	87
	Anhang E (informativ) Genauigkeit und Unsicherheit von volumetrischen Maßen	89

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 8222:2019) 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.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 8222:2003 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 8222:2019 wurde von CEN als prEN ISO 8222:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (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 Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Internationale Normen werden nach den Regeln der ISO/IEC Direktiven Teil 2 gestaltet.

Die Hauptaufgabe der Technischen Komitees ist es, Internationale Normen zu erarbeiten. Die von den Technischen Komitees angenommenen Norm-Entwürfe werden den Mitgliedsorganisationen zur Umfrage zur Verfügung gestellt. Für eine Veröffentlichung als Internationale Norm wird eine Zustimmung von mindestens 75 % der Mitgliedsländer, die abgestimmt haben, benötigt.

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) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 28, *Petroleum products and lubricants*, Unterkomitee SC 2, *Dynamic petroleum measurement* erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die Zweite Ausgabe (ISO 8222:2002: *Petroleum measurement systems — Calibration — Temperature corrections for use when calibrating volumetric proving tanks*), die sowohl hinsichtlich des Anwendungsbereichs als auch inhaltlich umfassend überarbeitet wurde.

Diese Überarbeitung erweitert den Anwendungsbereich von ISO 8222:2002, um die Konstruktionskalibrierung und den Einsatz ein breites Spektrum von volumetrischen Maßen und Bezugsmessbehältern abzudecken. Diese Überarbeitung beruht auf dem Entwurf TC 28 SC2 ISO DIS 12916:1998. Bei diesem Dokument wurde dafür gestimmt, zu FDIS überzugehen, es wurden jedoch keine weiteren Maßnahmen ergriffen und das Dokument aus dem Programm genommen.

Anhang A dieses Dokuments ist Bestandteil dieser Internationalen Norm und enthält den überarbeiteten, erweiterten und aktualisierten Inhalt von ISO 8222:2002. Dies bietet Möglichkeiten für Gleichungen, die die Eigenschaften von reinem bis hin zu salzhaltigem Wasser abdecken, und schließt auch andere Materialien

und Flüssigkeiten ein, die bei der volumetrischen Messung verwendet werden. Anhang A enthält Gleichungen und aktualisierte Gleichungen für andere Normen und Messungen, die sich derzeit auf die ISO 8222:2002 beziehen.

Einleitung

Volumetrische oder Hohlmaße werden verwendet, um ein genaues Maß für ein Volumen 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 Prüfertanks eingestuft. Normale sind dafür ausgelegt, regulatorische Leitlinien zu erfüllen, und weisen daher festgelegte Volumina auf. Viele Maße haben nicht genormte Volumen, die speziell auf eine Anwendung zugeschnitten sind, z. B. Maße zur Begleitung eines Prüfers mit kleinem Volumen.

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

Dieses Dokument enthält Leitlinien für die Konstruktion, Kalibrierung und Verwendung volumetrischer Maße im Allgemeinen, gilt für alle geeigneten Flüssigkeiten und ist nicht auf Anwendungen mit kohlenwasserstoffhaltigen Flüssigkeiten beschränkt.

Anhang A enthält die empfohlenen Gleichungen, die bei der Kalibrierung und Anwendung von volumetrischen Maßen und anderen volumetrischen Messungen verwendet werden. Dieser Anhang ersetzt und erweitert den Anwendungsbereich von ISO 8222:2002 unter Einbeziehung der Eigenschaften von reinem und salzhaltigem Wasser. Er enthält jetzt auch die Eigenschaften von kohlenwasserstoffhaltigen Flüssigkeiten und Baumaterialien von volumetrischen Messgeräten.

Dieses Dokument enthält Leitlinien sowohl zu genormten als auch nicht genormten Maßen. Die Anforderungen an behördliche oder vertragliche Vorgaben, wie sie z. B. in OIML und nationalen Vorschriften enthalten sind, haben Vorrang vor den in diesem Dokument angeführten Leitlinien.

WARNUNG — Die Anwendung dieses Dokuments kann die Anwendung gefährlicher Stoffe, Arbeitsgänge und Geräte mit sich bringen. Diese Internationale Norm 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

1.1 Dokument beschreibt die Konstruktion, Verwendung und Kalibrierung von volumetrischen Maßen (Hohlmaße), die für den Einsatz an festen Orten in einem Laboratorium oder im Feld vorgesehen sind. Es umfasst außerdem tragbare und mobile Maße. Der Anwendungsbereich umfasst unter anderem Anwendungen in der Erdölindustrie. Volumetrische Maße sind in Abhängigkeit von dem Fassungsvermögen und der Konstruktion als Prüfmaße oder Prüfertanks eingestuft.

1.2 Das Dokument schließt druckbeaufschlagte Maße, wie sie für LPG (Flüssiggas) und LNG (Flüssigerdgas) verwendet werden, und Maße für kryogene Flüssigkeiten aus. Die in diesem Dokument beschriebenen Maße werden hauptsächlich konstruiert, kalibriert und verwendet, um die „bereitzustellenden“ Volumina zu messen, d. h. sie werden vor der Verwendung für eine festgelegte Zeit benetzt und entleert. Viele der Bestimmungen gelten jedoch gleichermaßen für Maße, die verwendet werden, um „zu enthalten“, d. h. um ein Volumen mit einem sauberen und trockenen Maß zu messen.

1.3 Anhang A enthält eine Verweisung auf Gleichungen, in denen die Eigenschaften von Wasser und anderen Materialien, die zur Festlegung des Volumens verwendet werden, beschrieben werden. Dazu gehören Dichte, Wärmeausdehnung, Kompressibilität und Viskosität für reines, unreines und salzhaltiges Wasser. Er stellt auch eigenschaftsbezogene Informationen zu kohlenwasserstoffhaltigen Flüssigkeiten und zum Bau von Maßen verwendeten Materialien bereit.

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

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 4006:1991, *Measurement of fluid flow in closed conduits — Vocabulary and symbols*

JCGM 200:2012, *International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM 2012)*

3 Begriffe und Symbole

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:

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

3.1.1

Genauigkeit

Ausmaß der Annäherung eines Messwerts an einen wahren Wert einer Messgröße

[QUELLE: VIM:2012]

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.

3.1.2

Justierung

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

[QUELLE: VIM:2012 [1]]

BEISPIEL Dies bedeutet, ein Messgerät (einen) zu einer zufriedenstellenden Leistung und Genauigkeit zu führen.

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.

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

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

[QUELLE: VIM:1993 [1] und VIM:2012 [2]]

Anmerkung 1 zum Begriff: Kalibrierung sollte nicht mit Justierung eines Messsystems verwechselt werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Benennung „Bezugsmessung“ wird in der Erdölindustrie verwendet und hat die gleiche Bedeutung, schließt jedoch die Überprüfung der Ergebnisse anhand festgelegter Annahmekriterien ein.

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

Verdrängerkolben

Kolben

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.

3.1.11

Entleerungszeit (endgültige)

in einem zweistufigen Entleerungsprozess folgt sie dem Ende der ersten Entleerungszeit und endet zu einer festgelegten Zeit oder Bedingung, z. B. Tropfgeschwindigkeit

3.1.12

Entleerungszeit (erste)

in einem zweistufigen Entleerungsprozess ist es die Zeit für das Entleeren des größten Teils aus dem Maß

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

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Trockenhohlmaß kann eingesetzt werden, wenn das Produkt schnell verdampft, z. B. Ottokraftstoff. Diese Maße werden in der Regel an anderer Stelle festgelegt, jedoch können viele der in diesem Dokument beschriebenen Bestimmungen und Verfahren zutreffen.

3.1.13

Trocken(hohl)maß

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Trockenmaß ist mit „enthält“ das festgelegte Volumen gekennzeichnet.

3.1.14

Abweichung

Messabweichung

Messwert minus einem Referenzwert

[QUELLE: VIM:2012]

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

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 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

üblicherweise durch ein nationales Normal oder ein geeignetes akkreditiertes Laboratorium gravimetrisch kalibriertes Referenzmaß

3.1.19

Bezugsmessung

Kalibrierung mit Vergleich zu festgelegten Annahmekriterien

Anmerkung 1 zum Begriff: Bezugsmessung ist eine Benennung, die in der Erdölindustrie verwendet wird und der „Verifizierung“ ähnelt.

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 (Prüfertank) 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, z. B. Mittelwert, Mindestwert oder ein anderer berechneter Wert, angegeben.

3.1.23

Referenz-(Betriebs-)Bedingungen

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 sollte 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

[QUELLE: VIM:2012]

Anmerkung 1 zum Begriff: Vorgegebene Bedingungen bedeuten 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.

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 Anzeigegegerätes, zwischen nahe beieinander liegenden Messwerten eindeutig zu unterscheiden

3.1.28

Skalenbezugspunkt

feste(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 Pratzte, sein. Die Lage sollte in Kalibrierscheinen angegeben sein.

3.1.29

Sekundärmaß

volumetrisches Maß, das durch ein Primärmaß kalibriert wird

3.1.30

Normbedingungen

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

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

Anmerkung 2 zum Begriff: In der Erdölindustrie 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 Messgrößen werden durch Voranstellen eines „S“ vor die Volumeneinheit, z. B. 4 Sm³ oder 700 kg/Sm³, angezeigt.

Anmerkung 5 zum Begriff: Die Definition wurde Energy Institute HM 0 und OIML R 117 entnommen. In einigen anderen Mineralölnormen wird die Benennung „Basisbedingungen“ verwendet.

Anmerkung 6 zum Begriff: „Referenzbedingungen“ sind Betriebsbedingungen (Einflussgrößen), die zur Prüfung der Leistungsfähigkeit eines Messgerätes vorgeschrieben sind [QUELLE: VIM:1993].

3.1.31

Normal

volumetrisches Maß, das dafür ausgelegt ist, die Anforderungen von Regulierungsvorschriften (z. B. OIML R 120, NIST 105-3) zu erfüllen

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 Prüfertank 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 enthalten (Volumen) auf Einguss

Basisvolumen 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 bereitzustellen (Volumen) auf Ablauf

Basisvolumen 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 „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

Technik zur Verwendung oder Kalibrierung eines volumetrischen Maßes durch Füllen von oben oder unten mit Flüssigkeit aus dem zu prüfenden Gerät oder der Referenz (volumetrisch oder gravimetrisch). Darf als „In“ gekennzeichnet werden

3.1.39 entnehmen Wasserfüllverfahren Wasserentnahme

Technik zur Verwendung oder Kalibrierung eines volumetrischen Maßes durch Entnehmen von Flüssigkeit aus dem Maß in das zu prüfende Gerät oder die Referenz (volumetrisch oder gravimetrisch). Das Wasserfüllverfahren wird üblicherweise bei der Kalibrierung von Rohrprüfern eingesetzt

Anmerkung 1 zum Begriff: Kann als „Ex“ gekennzeichnet werden.

3.1.40 Rückführbarkeit

Eigenschaft eines Messgeräts, die es ermöglicht, die von ihm durchgeführten Messungen auf ein nationales oder internationales Normal zu beziehen

[QUELLE: VIM:2012]

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]

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 (automatische Pipette) oder einem gravimetrischen System in ein zu prüfendes Gerät

3.1.45

Hohlmaß (nass)

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

benetzte Fläche

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

Für die Anwendung dieses Dokument gilt die in ISO 4006 angeführte Liste von Symbolen zusammen mit denen, die in VIM 2012 enthalten sind. Die für dieses Dokument spezifischen Symbole sind nachstehend angeführt.

ANMERKUNG 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); $1 \text{ cSt} = 1 \text{ mm}^2/\text{s}$.

Symbole	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_{dlr}	Volumenkorrekturfaktor für die Wärmeausdehnung einer Flüssigkeit von der Temperatur des Referenzgeräts (Maßes) auf die Normtemperatur	
C_{dlr}	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 Gerätevolumens (Materials) auf das Volumen bei Normtemperatur	
C_{tsr}	Volumenkorrekturfaktor für die Wärmeausdehnung des Volumens (Materials) der Referenz auf das Volumen bei Normtemperatur	
C_{tst}	Volumenkorrekturfaktor für die Wärmeausdehnung des Volumens des zu prüfenden Geräts (Materials) auf das Volumen bei Normtemperatur	
C_{ps}	Volumenkorrekturfaktor für die gerätebezogene Druckausdehnung des Gerätevolumens auf das Volumen bei Normdruck	
F	Meterfaktor (Gerätekonstante) für ein Durchflussmessgerät bei Betriebstemperatur und -druck	
M	Masse des im Wägebehälter gesammelten Wassers	kg
t_r	Temperatur der Flüssigkeit im Referenzgerät	°C
t_t	Temperatur der Flüssigkeit im zu prüfenden Gerät	°C
t_{sr}	Normtemperatur für das Referenzmaß	°C
t_{st}	Normtemperatur für das zu prüfende Gerät	°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 Skalenanzeige, d. h. das angezeigte Volumen bei Normbedingungen von einem Referenzmaß, korrigiert in Bezug auf bekannte Kalibrierfehler	m ³ oder l
V_{ts}	Volumen des zu prüfenden Geräts bei Normbedingungen	m ³ oder l
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_T	linearer Ausdehnungskoeffizient des Referenzgeräts	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
α_t	linearer Ausdehnungskoeffizient des zu prüfenden Geräts	$^{\circ}\text{C}^{-1}$
ρ_a	Dichte der Luft während der Wägung	kg/m^3
ρ_w	Nenn-dichte der zur Kalibrierung der Wägevorrückung verwendeten Massestücke (üblicherweise festgelegt als $8\,000\,\text{kg}/\text{m}^3$)	kg/m^3
ρ_T	Dichte der Flüssigkeit im Referenzgerät bei t_T	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 und Unsicherheit kalibriert. Anschließend werden die Masse und dann das Volumen des Wassers berechnet.

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

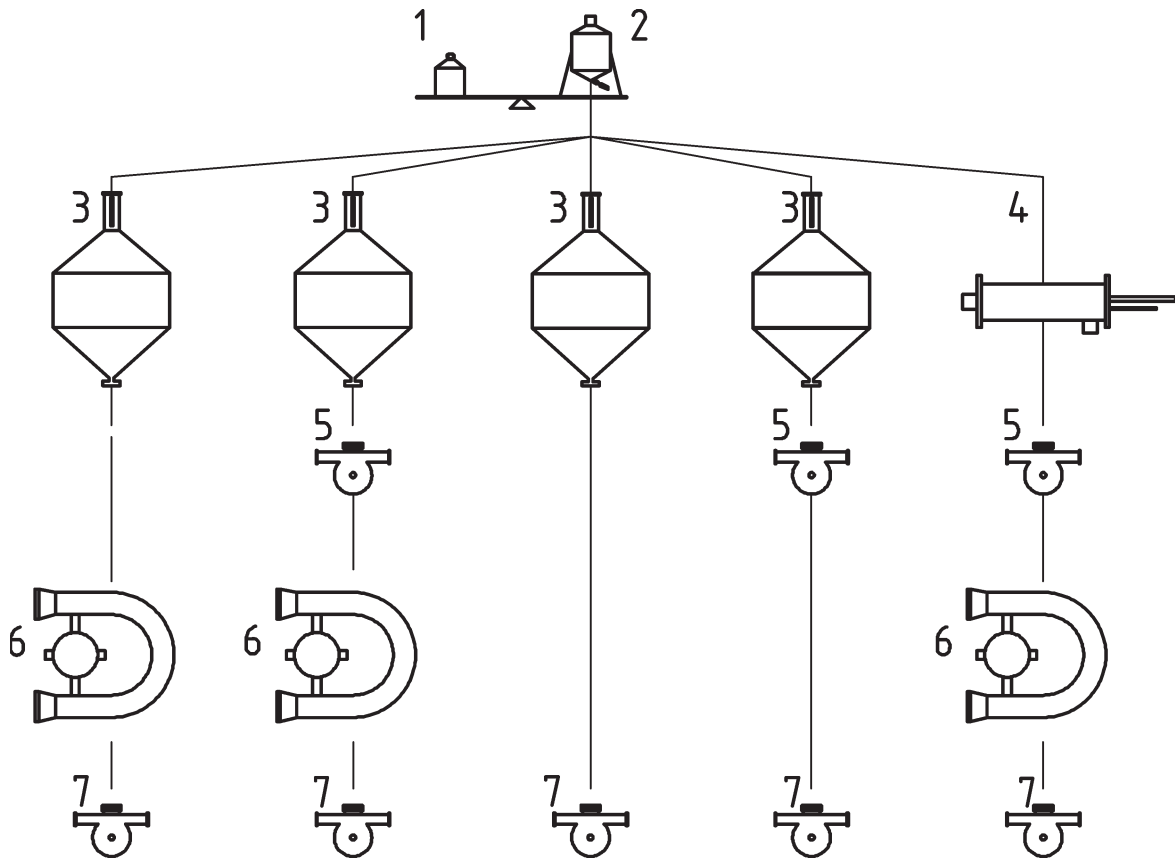
In Bild 1 ist schematisch ein Primärmaß dargestellt, das zur Bestimmung des Volumens eines Prüfers mit kleinem Volumen verwendet wird, der wiederum zur Kalibrierung eines Referenz-Durchflussmessgerätes zur Bestimmung des Volumens eines großen Rohrprüfers eingesetzt wird.

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

Einige Sekundärmaße, insbesondere große ortsfeste Maße, erfordern möglicherweise eine 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 oder innerhalb von Verfahren, Verträgen und Vorschriften festgelegt werden. Richtwerte der Unsicherheit, die für verschiedene volumetrische Maße gelten, sind in Anhang E angeführt.



- 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, das kalibrierte Volumen wird jedoch anschließend durch Kalibrierung bestimmt. Dieses Volumen wird zwischen einem oberen und unteren Bezugspunkt festgelegt. Der obere Bezugspunkt darf eine Referenzlinie auf einer Skale oder ein Überlauf sein. Der untere Bezugspunkt darf ein Überlauf, die innere Ebene eines Entleerungsventils (im geschlossenen Zustand) oder eine Skalanzeige in einem unteren Sammelbehälter sein.

Das Volumen wird als Volumen der Flüssigkeit im Maß bei einer festgelegten Normbedingung der Temperatur angegeben. Sowohl das Nenn- als auch das kalibrierte Volumen darf so definiert werden, dass es für eine von zwei Normbedingungen gilt.

Das „bereitzustellende“ Volumen ist das Normvolumen eines nassen Maßes. Dieses Volumen kann während einer festgelegten Entleerungszeit aus einem vollen Maß entnommen werden. 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 Flüssigkeit, 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 sich auf die definierte Normtemperatur beziehen.

Volumetrische Maße werden in zwei Kategorien eingeteilt, die nach einem für die manuelle Handhabung als sicher geltenden Gewicht getrennt sind:

- Prüfmaße weisen Volumina zwischen 5 l und 20 l auf, kleinere Maße fassen jedoch 3,8 l (1 US-Gallone) und Maße hinunter bis zu 1 l aus nichtrostendem Stahl oder Kohlenstoffstahl sind auch in der Klassifikation enthalten. Normale sind üblicherweise Prüfmaße und werden entsprechend den in Regulierungsvorschriften festgelegten Konstruktionen, Spezifikationen und Volumina hergestellt. Prüfmaße dürfen auch als Feldmaße bezeichnet werden, wenn sie so konstruiert sind, dass sie tragbar sind.
- 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 der vorliegend Norm nicht erfasst, dürfen jedoch als zusätzliche Volumenmaße beim Kalibrierungsprozess eingesetzt werden. Normgrößen für Maße aus Glas sind in Anhang C angeführt.

Maße dürfen „von oben gefüllt“ oder „von unten gefüllt“ sein.

Die Entleerung von Prüfmaßen darf durch Umdrehen des Maßes und Ausgießen des Inhalts oder durch Entleeren über einen unteren Anschluss und ein Ventil erfolgen. Bezugsmessbehälter werden immer 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 dürfen jedoch auch andere Metalle verwendet werden, insbesondere bei älteren Maßen. Unlegierter Stahl (Kohlenstoffstahl) darf 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. Der Ausdehnungskoeffizient des Materials sollte niedrig sein, daher ist die Verwendung von Materialien wie z. B. Aluminium und Kunststoff nicht zulässig (Kohlenstoffstahl-Verbundwerkstoffe bilden die Ausnahme, da sie das Gewicht minimieren und einen sehr niedrigen Ausdehnungskoeffizienten haben).

Das verwendete Material sollte dokumentiert und der Ausdehnungskoeffizient in Baumusterbescheinigungen und Kalibrierscheinen angegeben werden. 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 entweicht, wenn es gefüllt wird. Der zylindrische Abschnitt ist vertikal oder geneigt, wobei die Enden als gewölbte oder kegelförmige Konstruktion ausgeführt sind. Neigungen an Kegeln bzw. ein geneigter Zylinder 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 alle abgewinkelt sein, um das Einschließen von Flüssigkeit oder Luft zu vermeiden.

Es gibt einen oberen vertikalen Halsabschnitt (Stutzen) mit einem Durchmesser, der dafür ausgelegt ist, eine geeignete Auflösung der Volumenmessung zu bieten. In Bezugsmessbehältern darf 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 eines am oberen Hals befindlichen Überlaufs anzuzeigen. Das stellt den oberen Bezugspunkt dar. Der untere 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 darf.

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. Es ist erforderlich, ein Verfahren zum Überprüfen auf Dichtheit des Ventils im System, in der Regel durch Sichtprüfung, festzulegen.

ANMERKUNG 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 und die Ventile trocken sind. Es wird dann für eine Stunde 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 sind möglicherweise Doppelabsperrventile erforderlich.

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 dieser Norm 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 darf durch das Erreichen eines oberen Niveaus, eines Überlaufs oder durch Beobachten des Füllstands in einem Fenster und Vergleichen mit einer Skala erfolgen.

Ein Maß erfordert möglicherweise einen großen Durchmesser, 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 „Halses“ aufweisen. Dies ermöglicht es, ein großes Volumen im Hauptkörper zu sammeln, den Füllstand jedoch mit der erforderlichen Auflösung im Hals (Stutzen) 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 Labor-Prüfmaßen mit hoher Genauigkeit ist der Stutzen relativ lang und eng; Feld-Prüfmaße ermöglichen einen kürzeren und verhältnismäßig breiteren Stutzen. Die Stutzenfläche ist die Summe der Flächen von Stutzen, Sichtrohr und eines beliebigen äußeren Rohres mit Befüllung von oben.

Als Orientierungshilfe wird der Stutzendurchmesser so gewählt, 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, müssen der Stutzen und alle Schaugläser und Skalen möglicherweise länger sein. Vorgeschlagene Durchmesser von Stutzen für Normale sind in OIML R120 [6] angeführt.

5.2.2 Schauglas

Maße ohne oberen Überlauf sollten über Mittel verfügen, um das enthaltene Volumen anzuzeigen. Dies ist entweder ein gesondertes Sichtrohr parallel zum Stutzen oder ein in den Stutzen eingesetztes Fenster. Dem Schauglas ist eine Skala zugeordnet, jedoch darf das Schauglas länger sein als die zugehörige Skala, 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 eine Skaleneinteilung auf, die lesbar und dauerhaft auf der Skala 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 [6] 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 darf 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. Dies kann zu einer Volumenabweichung aufgrund unterschiedlicher Temperatúrausdehnung des Fluids innerhalb des Rohrs verursachen.

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 darf 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 nach außen zu einer scharfen, definierten Kante gefast werden.

5.2.3 Skalen

Die Skalen sollten auf beiden Seiten eines Schauglases 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 darf eine einzelne Skala angebracht werden, jedoch wird eine „Fenster-“ oder „Rahmenausführung“ mit Skalenstrichen auf beiden Seiten bevorzugt. Die Skalen sollten zwischen 2 mm und 5 mm vom Fenster oder Rohr und geringfügig davor liegen.

Eine einzelne Skala sollte so angeordnet werden, dass sichergestellt ist, dass es keine systematisch Abweichung beim Ablesen auftritt, während eine Skala mit 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, z. B. 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. 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 ist sicher und versiegelt, 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 ist möglicherweise eine längere Skala erforderlich.

Die Skalen sollten deutlich gekennzeichnet sein, und es werden Markierungen für Haupt- und Hilfsintervalle empfohlen. Die Art der Markierungen sowohl in Bezug auf Abstand als auch Größe darf für Normale

zwingend vorgeschrieben sein, um behördliche Anforderungen zu erfüllen. Teilstriche sollten sich bis zu der Kante erstrecken, die dem Schauglas am nächsten liegt.

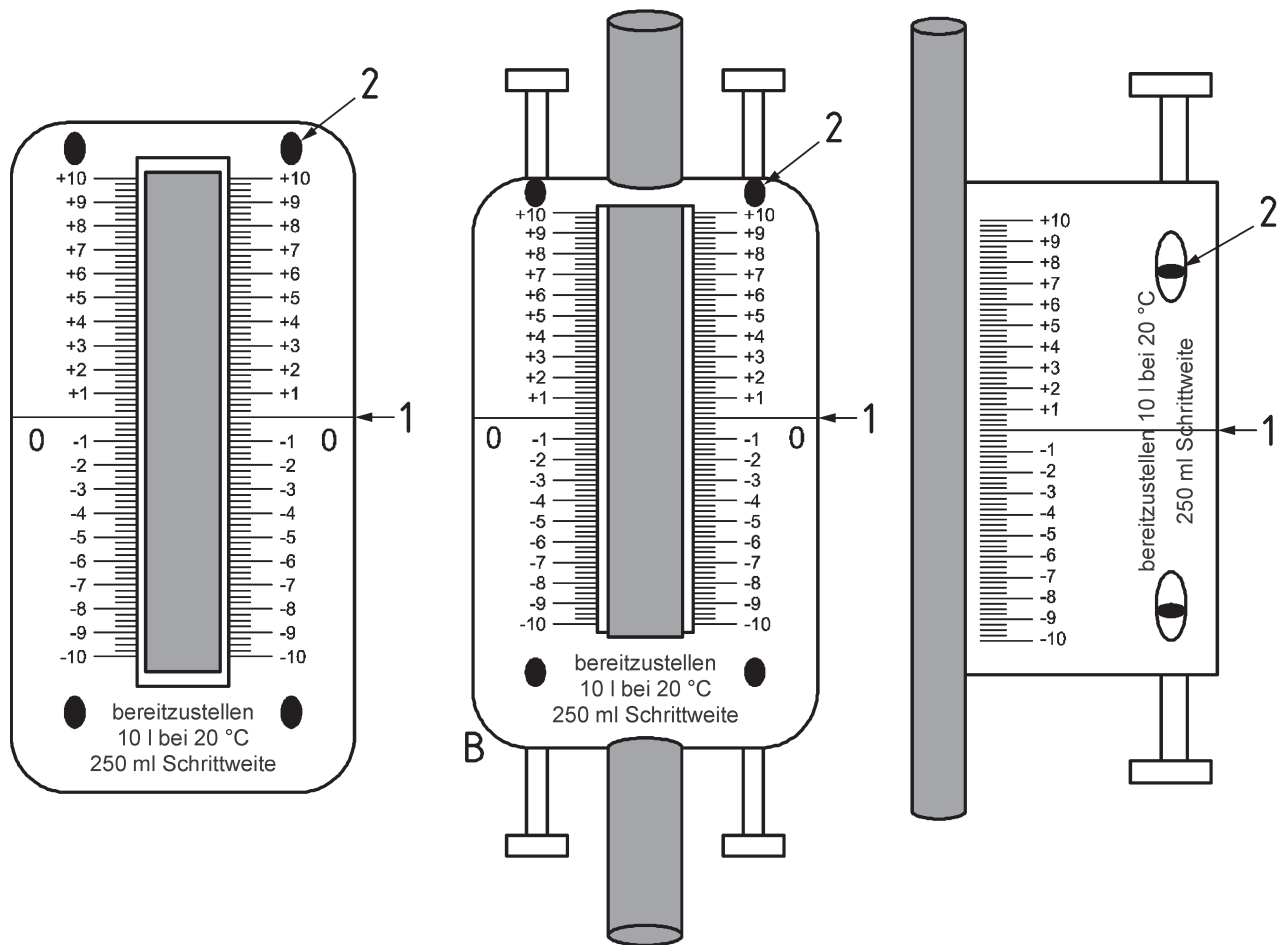
Als gute Praxis wird empfohlen, dass die Skaleneinteilungen im Abstand von 2 mm, aber nicht weniger als 1,5 mm angeordnet sein sollten. Bei Normalen sollten Skaleneinteilungen so festgelegt werden, dass sie eine Schrittweite angeben, die sich auf 0,05 % des Volumens des Maßes bezieht. Bei Primärmaßen 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 sollte möglich sein, dass eine Sichtlinie des Bedieners mit allen Teilen der Skala in einer Ebene liegt, indem ein sicherer und geschützter Zugang geboten wird.

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 dürfen 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 zeigen, dass das Nennvolumen zunächst so eingestellt wurde, dass es ein „enthaltene“ oder „bereitstellende“ Volumen anzeigt. Es ist jedoch wichtig zu erkennen, dass das kalibrierte Volumen möglicherweise anders abgeleitet wurde, um die spätere Verwendung des Maßes widerzuspiegeln.

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



- 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 eine 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 darf 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.

ANMERKUNG Beispiele von Stutzen und Skalen sind in Bild 2 angeführt.

Ein Mittel zur Justierung des Nennvolumens des Maßes darf 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 Horizontalebene ist vor jedem Gebrauch von entscheidender Bedeutung und sollte zwischen den Ablesungen überprüft werden, um sicherzustellen, dass keine Änderung erfolgt ist. Die Horizontalebene muss ermittelt werden, wenn das Maß leer ist, und erneut, wenn es voll ist, da ein zunehmendes Gewicht Bewegung verursachen kann.

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

Üblicherweise sind fest eingebaute Wasserwaagen an Maße angebracht. Diese dürfen aus einer zweiachsigen Wasserwaage, zwei Wasserwaagen, um 90° versetzt auf einer einzelnen Platte, oder zwei Platten im rechten Winkel zueinander angeordnet bestehen. Alternativ darf 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 darf 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 erforderlich.

5.3 Zusätzliche Aspekte der Konstruktion

5.3.1 Temperaturmessung

Bei kleinen Prüfmaßen kann die Temperatur von Fluid und Material gemessen werden, indem ein Temperaturfühler in den Stutzen eingeführt wird und sich in den Körper des Maßes erstreckt. Bei diesem Verfahren sollte die richtige Vorgehensweise eingehalten werden, um sicherzustellen, dass das Einsetzen und Entfernen des Fühlers das gemessene Volumen nicht beeinflusst.

Die Temperatur in größeren Maßen wird bestimmt, indem ein oder mehrere feste Thermometerhülsen dauerhaft in den Körper des Maßes eingesetzt werden. Thermometerhülsen werden gegenüber direkt eingesetzten Fühlern bevorzugt, da sie innerhalb des Maßes eine feste Verdrängung haben und es ermöglichen, den Messfühler zur Kalibrierung zu entfernen.

Thermometerhülsen sollten eine ausreichende Eintauchtiefe in den Körper des Maßes aufweisen. Größere Maße können mehrere Messungen erfordern, um eine Durchschnittstemperatur zu bestimmen und dann bereitzustellen. Die empfohlene Mindestanzahl von Thermometerhülsen ist in Tabelle 1 angeführt.

Tabelle 1 — Erforderliche Anzahl von Thermometerhülsen

Größe des Maßes Liter	Mindestanzahl von Thermometerhülsen
bis zu 500	1
500 bis 2 000	2
mehr als 2 000	3

Es sollten Thermometerhülsen installiert werden, um sicherzustellen, dass keine Tasche zum Einschließen von Luft oder Flüssigkeit an der Wand innerhalb des Maßes vorhanden ist. Es ist ratsam, die Installation mit einem nach unten gerichteten Winkel vorzunehmen, um sicherzustellen, dass die Flüssigkeit von der Oberfläche abfließt.

Die Temperaturfühler sollten formschlüssig mit der Thermometerhülse verbunden sein, sich bis zum Boden der Hülse erstrecken und die freiliegende Länge außerhalb davon minimieren. Die Thermometerhülse sollte mit einer leitfähigen Flüssigkeit oder Paste gefüllt sein.

Es wird empfohlen, dass die Unsicherheit der verwendeten Thermometer mindestens 0,2 °C betragen sollte, bei Anwendungen mit höchster Genauigkeit und bei Primärmaßen ist jedoch eine Unsicherheit von 0,05 °C erforderlich.

ANMERKUNG Für die Kalibrierung eines Primärmaßes, bei der ein eigensicheres Thermometer erforderlich ist, wäre eine Unsicherheit von 0,1 °C annehmbar, wenn kein geeignetes Thermometer verfügbar ist.

Es wird anerkannt, dass das Material des Maßes unter allen außer den extremsten Bedingungen die gleiche Temperatur wie das Fluid annimmt, bei ungünstigen Umgebungsbedingungen, z. B. Wind, Regen oder Sonne, sollte das Maß jedoch durch Schutzschirme oder Dämmung geschützt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass sich die Material- und Fluidtemperatur stabilisiert und Temperaturunterschiede um und innerhalb des Maßes vermieden werden. Temperaturschwankungen führen zu erheblichen Volumenänderungen, die zu Abweichungen und mangelhafter Wiederholpräzision führen.

Weitere Einzelheiten zu Thermometerspezifikationen und Temperaturstabilitätsbedingungen sind in Anhang B angeführt.

5.3.2 Ventile und Anschlüsse

Alle Komponenten des Kalibrierungs- und Prüfsystems, einschließlich der Verbindungsrohre, Ventile, Verteiler usw., müssen den geltenden Druckvorschriften entsprechen. Es sind Vorkehrungen für Ausdehnung und Kontraktion, Vibration, Reaktion auf Druckstöße usw. zu treffen. Es dürfen Ventile oder Vorrichtungen für Blindflansche vorgesehen werden, um das Maß bei Nichtgebrauch vom Leitungsdruck zu trennen. Ventile sollten sicher gelagert werden, um sicherzustellen, dass beim Betätigen eines manuellen Ventils keine übermäßige Kraft aufgebracht wird.

Es sollten Vorkehrungen für die sichere Entsorgung von Flüssigkeiten oder Dämpfen getroffen werden, die aus einem Maß abgelassen werden oder entweichen. Die Möglichkeit von Verschüttungen oder Überlaufen aus Maßen sollte erkannt werden, und es sollten Vorkehrungen getroffen werden, um Verschüttungen aufzufangen und sicher zu entsorgen. Tragbare Maße sollten vor dem Transport entleert, gereinigt und von jeglichem Dampf befreit werden.

Die Verwendung von Maßen mit flüchtigen Flüssigkeiten, z. B. Ottokraftstoff, erfordert eine besondere Aufmerksamkeit in Bezug auf die Entflammbarkeit der Flüssigkeit und die Möglichkeit einer statischen Entladung. Ein Flüssigkeitswechsel zwischen flüchtigen und nichtflüchtigen Flüssigkeiten, z. B. Ottokraftstoff und Diesel, kann innerhalb des Maßes ein entflammbares Dampfgemisch erzeugen („Wechselbeladung“). Bei

der Verwendung von Kohlenwasserstoffen oder entflammaren Flüssigkeiten sollte eine einwandfreie elektrische Erdung sichergestellt sein.

Die Durchmesser der Anschlussverrohrung sollten so gewählt sein, dass sie Durchflüsse innerhalb des Betriebsbereichs des Maßes ermöglichen. Das sollte die Schwankungen bei der Flüssigkeitsretention minimieren. Das gilt insbesondere dann, wenn das Maß befüllt oder entleert wird, wenn vor und nach jedem Gebrauch Flüssigkeit aus der Anschlussverrohrung abgelassen wird („Leerrohr“-Anordnung).

Es wird empfohlen, eine definierte „Übergabestelle“ zwischen dem Maß und dem zu prüfenden Gerät festzulegen. Die Übergabestelle definiert, wo die zu messende Flüssigkeit während einer Prüfung von einem Messgerät zum anderen gelangt. Bei jedem System, das mit vollem oder leerem Rohr betrieben wird, sollte die Flüssigkeitsmenge auf jeder Seite der Übergabestelle zu Beginn der Prüfung die gleiche sein wie am Ende. Jede Differenz im Volumen der im Verbindungsrohr verbleibenden Flüssigkeit führt zu einer Differenz zwischen den von den beiden Geräten gemessenen Mengen. Die Übergabestelle ist typischerweise der Entleerungsventilkörper oder ein Überlauf.

Ventile sollten leckdicht sein. Sie sollten einen schnellen und wiederholbaren Betrieb ermöglichen, so dass der Durchfluss bei dem richtigen Füllstand im Stutzen gestoppt werden kann. Sie sollten reproduzierbare Entleerungszeiten sicherstellen.

Einige Ventilkonstruktionen verdrängen während des Betriebs ein Flüssigkeitsvolumen oder weisen eine interne Volumendifferenz zwischen geöffneter und geschlossener Stellung auf. Das Potenzial dafür sollte erkannt werden, wenn ein Ventil für die Anwendung ausgewählt und geprüft wird, um sicherzustellen, dass sich die Ventilbetätigung nicht auf das Maßvolumen auswirkt.

Da Bodenventile Teil des Maßvolumens werden, werden üblicherweise Sicherheitssiegel am Ventilkörper und an den Anschlüssen an die Rohrleitungen angebracht.

5.3.3 Größe von Maßen

Volumetrische Maße dürfen in jeder beliebigen Größe für einen bestimmten Zweck hergestellt werden, z. B. Maße zur Begleitung eines Rohrprüfers mit kleinem Volumen. Bei Normalen sind bestimmte Volumina festgelegt. Die Verwendung definierter Volumina ermöglicht die Kalibrierung von Maßen mit einzelnen oder mehreren Füllungen aus Referenzmaßen, ohne auf kleinere Ergänzungsmaße oder Kolben zurückzugreifen.

Außer für spezielle Anwendungen sollte das Nennvolumen die Form 1×10^n oder 2×10^n oder 5×10^n haben, wobei n eine ganze Zahl ist, entweder positiv oder Null. Die Einheiten dürfen ml, l oder m^3 sein. Für nicht metrische Tanks wird eine ähnliche Größenreihenfolge festgelegt.

Nach der Herstellung oder Reparatur wird erwartet, dass das kalibrierte Volumen eines Maßes innerhalb von ± 2 % des bemessenen Nennvolumens liegt.

Normale werden mit den in Tabelle 2 angegebenen Volumina empfohlen oder festgelegt.

Tabelle 2 — Empfohlene Größen für Normale

Normprüfmaße	Kleine Bezugsmessbehälter	Große Bezugsmessbehälter	Sehr groß
1 l ¹⁾		1 m ³	1 000 m ³
2 l ¹⁾	2 l	2 m ³	2 000 m ³
3,8 l ²⁾	3,8 l ²⁾	—	↓
5 l	5 l	5 m ³	Fortgesetzt

Normprüfmaße	Kleine Bezugsmessbehälter	Große Bezugsmessbehälter	Sehr groß
<i>10 l</i>	10 l	10 m ³	
<i>20 l</i>	20 l	20 m ³	
	50 l	50 m ³	
	100 l	100 m ³	
	200 l	200 m ³	
	500 l	500 m ³	

Die kursiv angegebenen Größen sind in OIML R120 [6] festgelegt.

- 1) Kleine Normale in Kohlenstofffaser oder nichtrostendem Stahl sind verfügbar.
- 2) Maß für 1 US-Gallone.

Volumetrische Maße aus Glas, Kolben oder Zylinder, werden nicht von dieser Norm erfasst, dürfen jedoch, in der Regel mit einem Volumen von weniger als 3,8 l, als zusätzliche Volumina im Kalibrierungsprozess verwendet werden. Normgrößen für Glaskolben sind in Anhang C angeführt.

Die Beschränkung der Größe eines Prüfmaßes auf 20 l spiegelt die Einschränkungen bei der manuellen Handhabung wider. Einige ältere Normen ließen Prüfmaße bis zu 100 l zu.

5.4 Füllen und Entleeren

5.4.1 Entleerungszeiten und Fluide

Volumenmaße verfügen über ein festgelegtes Fassungsvermögen zwischen den Bezugspunkten für voll und leer. Das definiert das „enthaltene“ Nennvolumen eines Maßes im trockenen Zustand. Wenn ein Maß gefüllt und dann entleert wird, haftet Restflüssigkeit an der Wand und läuft mit der Zeit langsam ab. Die meisten Prüfmaße und Bezugsmessbehälter werden „zum Bereitstellen“ verwendet und sind daher „benetzt“. Das kalibrierte Volumen wird daher „bereitzustellen“ sein, auch wenn es anfänglich mit einem „enthaltene“ Nennvolumen gekennzeichnet ist.

Um zuverlässige und konsistente Messwerte zu erhalten, wird das Maß zunächst gefüllt und anschließend für eine gleichbleibende Zeitspanne entleert. Diese „Entleerungszeit“ wird bei der Erstkalibrierung des Tanks festgelegt und dann für nachfolgende Kalibrierungen und bei der Anwendung des Maßes verwendet. Die Entleerungszeit wird in den Tankunterlagen und Kalibrierscheinen aufgezeichnet und sollte auch auf dem Typschild klar definiert sein.

Die Entleerung von umkehrbaren Prüfmaßen wird sowohl durch eine Zeit als auch durch ein Verfahren festgelegt. Das Entleeren eines umkehrbaren Maßes erfolgt durch Ausgießen von einer Seite des Stutzens bis zur Beendigung des Hauptstroms und anschließendes vertikales Umkehren für die festgelegte (endgültige) Entleerungszeit. Für Normprüfmaße beträgt die endgültige Entleerungszeit 10 s. Einige Vorschriften für Normale und bestimmte Flüssigkeiten erfordern eine erste Entleerungszeit (Gießzeit) von 30 s. Für diese und andere Spezifikationen sollten die Dauer des Hauptstroms und der Gießwinkel konsistent sein und in den Arbeitsanweisungen, Kalibrierscheinen und Berichten über Kalibrierungen unter Verwendung des Maßes angegeben werden.

Viele Prüfmaße und kleinere Bezugsmessbehälter haben eine einstufige Entleerungszeit. Dies erfordert, dass die Entleerung durch eine festgelegte Ventilstellung und Ablaufrohranordnung erfolgt, üblicherweise in Form eines direkten Fließens durch ein vollständig geöffnetes Ventil und eine kurze gerade Rohrlänge zu einem Behälter. Bei diesen Maßen sollten keine Verengungen oder Änderungen am Ausgang des Entleerungsventils vorgenommen werden. Die Entleerungszeit ist als die Zeit zwischen dem Öffnen des

Ventils und dem Schließen des Ventils festgelegt. Sie darf eine festgelegte Zeit sein oder auf ähnliche Weise wie eine endgültige Entleerungszeit definiert werden.

Bei anderen Maßen und Bezugsmessbehältern darf die Entleerungszeit in zwei Stufen unterteilt sein; die „erste Entleerungszeit“, bei der der Großteil der Flüssigkeit mit einem hohen Durchfluss abgelassen wird. Dem schließt sich die „endgültige Entleerungszeit“ an, bei der der letzte Teil der Flüssigkeit abgelassen wird, um ein gleichbleibendes Restvolumen zu erhalten. Jeder Stufe dürfen eine Zeit und ein festgelegtes Verfahren zugeordnet sein.

Die erste Entleerungszeit spiegelt die Zeit wider, die zum Entleeren des größten Teils des Inhalts des Tanks zur Verfügung steht. Eine deutlich schnelle oder langsame Entleerungszeit aufgrund von Schwankungen und Unterschieden in der Ablaufrohrleitung kann sich auf das Restvolumen im Tank auswirken. Aus diesem Grund ist es ratsam, die Flüssigkeit bei vollständig geöffnetem Entleerungsventil abzulassen. Die erste Entleerungszeit ist üblicherweise nicht entscheidend und eine große Toleranz ist zulässig. Es ist gute Praxis, die erste Entleerungszeit und die Beschreibung der Verrohrung im Kalibrierschein und bei Verwendung des Maßes aufzuzeichnen. Es ist auch eine gute Praxis, den zulässigen Bereich der ersten Entleerungszeit bei der Konstruktion und in den Arbeitsanweisungen festzulegen.

Üblicherweise liegen die ersten Entleerungszeiten bei Prüfertanks im Bereich von 10 s bis 180 s. Es wird auch empfohlen, dass die Fallgeschwindigkeit des Flüssigkeitsspiegels im Körper eines Maßes 1 cm/s übersteigt.

Das Ende der ersten Entleerungszeit, also der Beginn der endgültigen Entleerungszeit, sollte im Kalibrierschein und in der Arbeitsanweisung bestimmt, festgelegt und aufgezeichnet werden.

Die Festlegung des Endes der ersten Entleerungszeit schwankt in Abhängigkeit von der Konstruktion und Verwendung des Tanks.

Allgemeine Möglichkeiten zum Festlegen des Endes der ersten Entleerungszeit sind:

- a) Bei einem umkehrbaren Maß wird der Hauptstrom definiert, indem von einer Kante aus gegossen wird, bis der Strom in Tropfen zerfällt.
- b) Bei einem Bezugsmessbehälter, bei dem ein offener Ablauf vorhanden ist, endet der Hauptstrom, wenn der Strom in Tropfen zerfällt.
- c) Bei einem Bezugsmessbehälter mit geschlossenem Ablauf, aber mit einem „Fenster“, Schauglas oder Überlauf, endet der Hauptstrom, wenn der Strom in Tropfen zerfällt.
- d) Bei einem Bezugsmessbehälter mit einem unteren Stutzen und Schauglas wird der Hauptstrom gestoppt, wenn bei geschlossenem Ventil der Füllstand innerhalb der Skala sichtbar ist. Nach der festgelegten Entleerungszeit wird der Füllstand abgelesen oder über ein kleineres Entleerungsventil auf einen Bezugspunkt abgesenkt.
- e) Bei einem Bezugsmessbehälter mit einem unteren Überlauf wird der Hauptstrom gestoppt, wenn beobachtet wird, dass er in Tropfen zerfällt und der Strömungsweg zum Überlauf nach der festgelegten Entleerungszeit geschlossen wird.
- f) Bei einem Maß mit einer festen Drossel im Ablauf und konstanter Viskosität des Fluids darf es eine einzige Entleerungszeit vom Öffnen des Ventils zum Schließen des Ventils geben.

Es ist eine gute Praxis, die Definition von „in Tropfen zerfallen“ festzulegen und zu dokumentieren, da das Auslegungssache ist, z. B. ein Tropfen je Sekunde.

Die endgültige Entleerungszeit eines zweistufigen Entleerungsvorgangs beginnt unmittelbar nach Ablauf der ersten Entleerungszeit und endet mit dem Schließen des Entleerungsventils oder dem Zurückbringen eines umkehrbaren Maßes in die aufrechte Position.

Die endgültige Entleerungszeit darf bei einer definierten Bedingung, d. h. einer sehr langsamen Tropfgeschwindigkeit, enden, ist aber fast immer eine festgelegte Zeit. Bei Normprüfmaßen wird üblicherweise eine endgültige Entleerungszeit von 30 s festgelegt, sie darf aber bei größeren Bezugsmessbehältern länger sein.

Wenn eine einzelne Entleerungszeit festgelegt ist, muss diese die Kriterien sowohl der ersten als auch der zweiten Entleerungszeit erfüllen. Eine einzelne Entleerungszeit gilt üblicherweise für Maße, die direkt in einen offenen Behälter entleert werden und bei denen keine Drossel am Ablauf angeordnet werden kann.

Die Entleerungszeit ist nicht nur eine festgelegte Zeit, sondern auch eine Beschreibung, wie sie erreicht wird. Wird ein Maß durch veränderliche Ablaufbeschränkungen entleert, sollte der von der Rohrleitung eingebrachte Widerstand als potenziell den Durchfluss reduzierend und damit zu einer längeren ersten Entleerungszeit führend anerkannt werden.

Das Anhaften von Flüssigkeit erhöht sich mit zunehmender Viskosität und Oberflächenspannung. Die Maße werden üblicherweise mit Wasser mit einer Viskosität von etwa 1 mPaS kalibriert. Es wird üblicherweise angenommen, dass die anschließende Verwendung eines Maßes mit Flüssigkeiten von bis zu 5 mPaS keinen unangemessenen Fehler mit sich bringt, obwohl für Anwendungen mit höchster Genauigkeit die Auswirkungen von Viskositätsschwankungen, sogar von Schwankungen der Wasserviskosität mit der Temperatur, möglicherweise zu beurteilen sind.

Die Verwendung eines Maßes mit Flüssigkeiten über 5 mPaS oder unter 1 mPaS sollte von einer Beurteilung begleitet werden, die zu einem Korrekturfaktor für das Volumen oder einer angepassten Entleerungszeit führt. Um die Korrektur zu beurteilen oder abzuleiten, sollte das Maß mit Wasser gefüllt und dann für die festgelegte(n) Zeit(en) entleert werden. Am Ende der Entleerungszeit wird das Ventil nicht geschlossen, sondern es wird weiteres aus dem Behälter ablaufendes Wasser gesammelt und die Menge als Variable in Abhängigkeit von der Zeit aufgezeichnet. Der Vorgang wird mit der Flüssigkeit mit höherer Viskosität wiederholt. Die Differenz der nach der erforderlichen Entleerungszeit gesammelten Volumina ermöglicht eine Schätzung des potenziellen Fehlers. Es ist zu beachten, dass die Viskosität abhängig von der Temperatur stark schwankt und daher der Vorgang möglicherweise bei unterschiedlichen Viskositäten und Temperaturen zu wiederholen ist.

Die festgelegte Entleerungszeit wird für alle Anwendungen mit dem Maß verwendet. Wenn jedoch eine andere Entleerungszeit als die im Kalibrierschein des Maßes festgelegt verwendet werden muss, sollte dies im Verfahren und auf jedem Zertifikat, das zusammen mit der Beurteilung der zusätzlichen Unsicherheit ausgestellt wird, eindeutig angegeben werden.

ANMERKUNG NIST hat eine Gleichung zur Korrektur der Entleerungszeit bezüglich der Viskosität entwickelt, die auf Änderungen der Wasserviskosität anwendbar ist. Das ist nur bei Laborarbeiten mit höchster Genauigkeit von Interesse. Ihre Anwendung erstreckt sich derzeit nicht auf Flüssigkeiten mit höherer Viskosität.

5.4.2 Verfahren zum Füllen und Entleeren

Um eine Entleerung ohne Lufteinschlüsse zu ermöglichen, darf im Maß am oder über dem Auslass eine Wirbelschutzvorrichtung, -platte oder ein Wirbelbrecher installiert werden. Dies sollte so konstruiert sein, dass beim Befüllen oder Entleeren des Maßes keine Luft oder Flüssigkeit um das Gerät herum oder innerhalb des Gerätes eingeschlossen werden kann. Die Anbringung sollte dauerhaft und sicher innerhalb des Maßes erfolgen.

Um ein Maß von unten zu entleeren und zu füllen, werden die Rohre dauerhaft mit dem Maß verbunden und sind Teil des Maßvolumens. Rohre sollten durch Schweißen mit dem Boden des Maßes verbunden oder mit Metall-Metall-Dichtungen angeflanscht werden, um sicherzustellen, dass das Volumen nicht verändert werden kann. Die Installation sollte robust sein und die Rohre abgestützt werden. Die Rohre sollten aus

einem Material bestehen, das dem des Maßes ähnlich ist. Jedes Rohr sollte um mindestens 15° nach unten geneigt sein, um eine gute Entleerung sicherzustellen, und einen ausreichenden Durchmesser aufweisen, um einen freien Fluss mit der erforderlichen Geschwindigkeit zu ermöglichen.

Es sollte eine Möglichkeit zum Beobachten der Einstellung des Abflusses vorgesehen werden. Dies darf ein offener Rohrablauf in die Atmosphäre oder ein Fenster im Ablaufrohr sein. Es sollte nicht auf akustische Mittel gesetzt werden, um das Beenden des Flusses zu erkennen. Wenn die Entleerung durch Pumpen erfolgt, sollten Saugleistung und Durchfluss so geregelt werden, dass der Durchfluss innerhalb der Spezifikationen für die erste Entleerungszeit gehalten wird.

Die Befüllung von unten darf in den unteren Stutzen, durch den gemeinsamen Eingang mit dem Ablauf oder einen separaten Eingang in den unteren Kegel erfolgen. Ein Eingang zum Befüllen sollte so angeordnet sein, dass Verwirbelung und Bewegung im Tank minimiert werden, um die Belüftung und Verdampfung zu reduzieren.

Um ein Maß von oben zu füllen (Obenbefüllung), sollte der Eintrag ein Spritzen oder übermäßiges Fließen nach unten an der Innenwand des Maßes vermeiden. Prüfmaße und kleinere Bezugsmessbehälter, insbesondere für mobile Anlagen, werden üblicherweise direkt über die Oberseite des Stutzens befüllt. Es sollte darauf geachtet werden, dass beim Befüllen eine Blasenbildung vermieden wird.

Wo Verdunstung oder Schaumbildung auftreten können, wird die Installation eines Füllrohres empfohlen. Ein Füllrohr ermöglicht die Befüllung von oben, der Austritt erfolgt jedoch unterhalb der Oberfläche der Flüssigkeit im Maß. Ein Füllrohr würde weit genug über dem Boden des Maßes enden, um eine Einschränkung der Strömung zu vermeiden und Verwirbelung und Bewegung zu verringern.

Füllrohre dürfen als Einsatz im Stutzen oder direkt in den oberen Kegel eingebaut werden. Das Rohr sollte einen ausreichend großen Durchmesser aufweisen, um die Strömung in das Maß nicht zu einschränken, während Luft und Dampf aus dem Stutzen des Maßes und dem Rohr austreten können. Zwischen der Oberseite des Füllrohres und der Oberseite des Stutzens sollte ein Entlüftungsanschluss hergestellt werden, um sicherzustellen, dass die Füllstände ausgeglichen sind.

Die Füllrohrleitung wird Teil des Maßes und sollte daher aus dem gleichen Material wie das Maß bestehen und sicher befestigt werden. Ein Füllrohr, das in den oberen Kegel eintritt, ergibt ein zusätzliches Volumen und sollte bei der Bestimmung der Auflösung des Stutzens sorgfältig berücksichtigt werden.

Die Maße dürfen offen sein, wenn die Entlüftung des Maßes von der Oberseite des Stutzens zur Atmosphäre erfolgt.

Ein geschlossenes Maß verhindert, dass Dämpfe in die Atmosphäre gelangen. Die Entlüftung erfolgt durch eine gesteuerte Entlüftungsanordnung oder ein Gasrückführsystem. Dies sollte beim Befüllen oder Entleeren keinen Druck erzeugen, der deutlich ober- oder unterhalb des Atmosphärendrucks liegt. Die Oberseite des Maßes sollte sowohl mit Druckentlastungs- als auch Unterdruckbegrenzungsventilen ausgestattet sein, um einen Überdruck beim Befüllen oder ein Vakuum beim Entleeren zu verhindern. Es wird empfohlen, dass ein Druckentlastungsventil zwischen 20 kPa(g) und 35 kPa(g) (3 psig bis 5 psig) und ein Unterdruckbegrenzungsventil auf –20 kPa(g) eingestellt werden sollte.

Es sollte eine Beurteilung vorgenommen werden, um das Risiko eines Produktverlusts durch Verdampfung zu quantifizieren und zu minimieren.

5.5 Kennzeichnungen

Alle Volumenmaße sollten mit einer Kennzeichnung und Informationen auf einem angebrachten Schild versehen sein. Das Typschild sollte dauerhaft auf dem Maß befestigt sein und aus korrosionsbeständigem und verschleißfestem Material bestehen. Die Kennzeichnung sollte eingraviert oder auf andere Weise dauerhaft sein. Die Kennzeichnung sollte mindestens folgende Angaben enthalten:

- Identifikation oder Seriennummer und
- Nennvolumen bei Referenztemperatur.

Alle anderen erforderlichen Angaben sollten in der Konstruktionsdokumentation und in allen Kalibrierscheinen verfügbar sein. Einige dürfen auf dem Typschild enthalten sein, wenn es der Platz zulässt.

Diese zusätzlichen Angaben sollten sein:

- „bereitzustellen“ oder „enthalten“;
- Name des Herstellers;
- Datum der Herstellung oder Änderung;
- Baumaterial;
- Ausdehnungskoeffizient des Materials (linear oder kubisch);
- Referenztemperatur(en);
- erste Entleerungszeit (Zeitspanne oder Durchfluss)
- Entleerungszeit (endgültige);
- alternative Entleerungszeiten (für andere Fluide);
- Festlegung der Entleerungszeit oder Einstellung des ersten Flusses;
- Anziehdrehmomentwerte für alle abnehmbaren Öffnungen und
- Beschreibung der Lage des Skalenbezugspunktes.

Das kalibrierte Volumen befindet sich normalerweise nicht auf dem Typschild, es sei denn, das Typschild wird bei jeder Kalibrierung geändert.

6 Prüfmaße

6.1 Überblick

Prüfmaße sind volumetrische Maße mit einem Fassungsvermögen zwischen 5 l und 20 l; 20 l sind der größte Tank, der für die manuelle Handhabung als geeignet erachtet wird. Kleinere Maße von 3,8 l (1 US-Gallone) sind in der Definition enthalten, ebenso wie kleinere Maße von nur 1 l aus nichtrostendem Stahl oder Kohlenstofffaser.

Außer für spezielle Anwendungen sollten die Nennvolumina für Normale die Form 1×10^n oder 2×10^n oder 5×10^n haben, wobei n eine ganze Zahl ist und die Einheit Liter. Eine ähnliche Reihenfolge wird für Tanks mit nicht-metrischen Einheiten empfohlen.

Prüfmaße dürfen so konstruiert sein, dass das Nennvolumen „enthalten“ oder „bereitzustellen“ ist.

Das kalibrierte Volumen darf als „enthalten“ bestimmt werden, insbesondere bei einem Maß zur Verwendung mit flüchtigen Produkten, bei denen das Maß durch Verdunstung zwischen den Füllungen trocknet.

Häufiger ist das kalibrierte Volumen von Maßen als „bereitzustellen“ angegeben, auch wenn sie mit dem „enthaltenen“ Nennvolumen konstruiert und gekennzeichnet worden sind. Das ist das im Kalibrierschein angeführte „bereitzustellende“ Volumen.

Prüfmaße dürfen verwendet werden, um Durchflussmessgeräte, andere Maße und Geräte zu kalibrieren. Dazu werden sie so konfiguriert, dass sie gefüllt werden. Sie dürfen auch als Referenz für die Kalibrierung anderer Maße verwendet und für eine Entnahme konfiguriert werden. Prüfmaße werden vorwiegend zur Bestimmung der von anderen Volumenmaßen, Rohrprüfern oder Lagertanks gelieferten Volumina verwendet. Dies darf direkt oder als Glied in der Rückführungskette erfolgen, z. B. um ein Referenz-Durchflussmessgerät zu kalibrieren/verifizieren.

Prüfmaße dürfen umkehrbar oder mit Bodenablauf konstruiert sein. Sie dürfen von unten oder oben befüllt werden. Die Befüllung von oben darf direkt in den Stutzen oder durch ein Füllrohr erfolgen, wie dies empfohlen wird, wenn Schaumbildung oder Belüftung wahrscheinlich ist.

Prüfmaße richten sich nach den allgemeinen Konstruktions- und Ausführungskriterien in Abschnitt 4.

Beispiele für Konstruktionen von Prüfmaßen sind in Bild 3a, Bild 3b und Bild 3c angeführt.

In Bild 3a ist ein umkehrbares Prüfmaß mit einem oberen Stutzen und Skala dargestellt. Das Maß wird oben gefüllt, bis der Füllstand im Schauglas angezeigt wird.

In Bild 3b ist ein Normprüfmaß mit Bodenablauf und oberem Stutzen und Skala dargestellt.

In Bild 3c ist ein umkehrbares Randmaß dargestellt. Das Volumen wird definiert, indem bis zum Rand gefüllt wird und dann der Inhalt für die entsprechenden Entleerungszeiten in das Aufnahmegefäß gegossen wird. Bei einigen Konstruktionen darf der Füllstand durch „Abwischen“ der Oberseite mit einer Platte ermittelt werden, um die Konsistenz des Meniskus sicherzustellen (Abstreichmaß). Diese Art von Maß wird in diesem Dokument nicht weiter erläutert.

Die Merkmale eines als automatische Pipette konstruierten Prüfmaßes sind in 8.2 beschrieben.

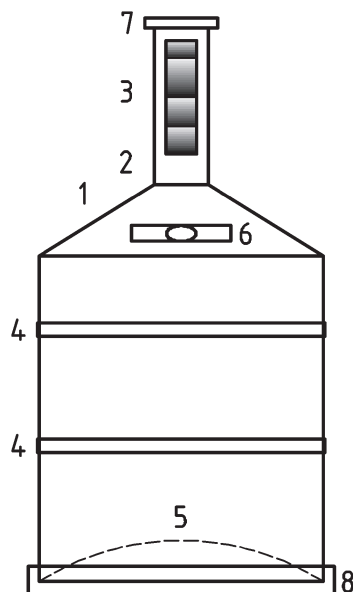


Bild 3a) Umkehrbares Prüfmaß	
1	Oberer Kegel
2	Hals
3	Fensterskala
4	Verstärkungsbänder
5	Konvexer Boden
6	zweiachsige Wasserwaage
7	Rollrand
8	Unterlage

Bild 3a) — Umkehrbares Prüfmaß

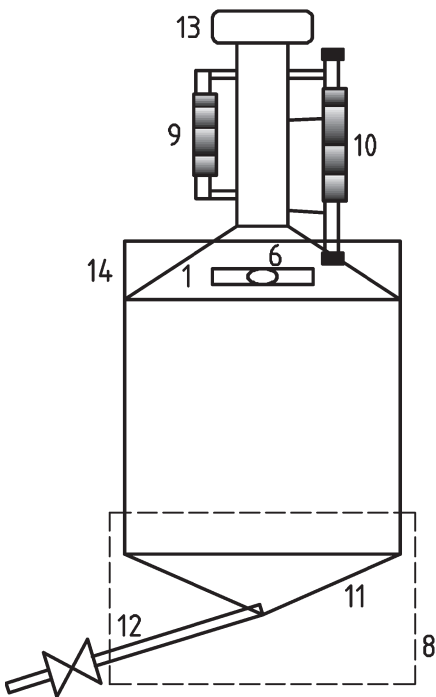


Bild 3b) Prüfmaß mit Bodenablauf	
9	Seitenrohr und Skala (Option)
10	Sichtrohr und Skala (Option)
11	Unterer Kegel
12	Ablaufrohr und Entleerungsventil
13	Breite Oberseite
14	Überlauf-Auffangbehälter

Bild 3b) — Prüfmaß mit Bodenablauf

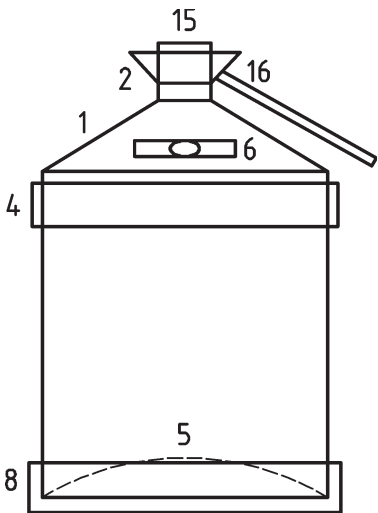


Bild 3c) Randmaß	
15	Rand mit scharfer Kante
16	Überlauf und Ablauf

Bild 3c) — Randmaß

6.2 Ausführung

- 1) Die Maße müssen die in Abschnitt 5 und 6.1 angeführten allgemeinen Merkmale aufweisen.
- 2) Der Körper ist ein vertikaler Zylinder mit einem oberen konischen Abschnitt, der zum Stutzen führt. Der Basiswinkel des Kegels muss etwa 30° zur Waagerechten betragen. Bei Normalen sollte der obere Kegelwinkel 35° betragen.
- 3) Es ist ein Ring um die Basis des Körpers herum vorhanden, um das Maß zu lagern, drei Beine, um das Maß zu stützen, oder andere Mittel, um das Maß zu stützen/lagern und horizontal auszurichten.
- 4) Bei Maßen mit Bodenablauf ist zusätzlich ein Kegel vorhanden, der mit einem Winkel von etwa 30° zur Horizontalen nach unten zum Bodenablaufrohr führt. Bei Normalen beträgt der untere Kegelwinkel 20°.
- 5) Der Boden von umkehrbaren Maßen ist nach oben konvex, um die Steifigkeit sicherzustellen und sicherzustellen, dass beim Befüllen keine Verformung auftritt.
- 6) Die Skala entspricht der Beschreibung in Abschnitt 4; bei umkehrbaren Maßen wird jedoch aufgrund der Schadensanfälligkeit kein gesondertes Schauglasrohr empfohlen.
- 7) Die Oberseite des Stutzens über der Messstrecke darf erweitert werden, um die Anstiegsgeschwindigkeit des Flüssigkeitsspiegels zu verringern und somit die Wahrscheinlichkeit eines Überlaufs zu verringern. Im Allgemeinen ist ein Verstärkungsband oder ein Rollrand aus Metall vorhanden, um Festigkeit zu verleihen. (Bei Randmaßen ist die Oberseite des Stutzens rechtwinklig zur vertikalen Achse zu bearbeiten, zur Bohrung hin anzufasen und darf ein integriertes Überlauf- und Auffangvolumen aufweisen, das zu einer Sammelstelle oder einem Sammelbehälter abgelassen werden kann.)
- 8) Über dem Anfang des oberen Kegels darf ein verlängerter Körperabschnitt oder eine Wanne vorhanden sein, um bei einem Überlauf als Auffangvorrichtung zu dienen.
- 9) Hebegriffe dürfen sicher am Körper oder an der Oberseite des Stutzens befestigt werden, um das Anheben und Ausgießen zu erleichtern. Die Konstruktion derartiger Griffe ist nicht reguliert, es bestehen jedoch erhebliche Sicherheitsrisiken, sollte ein Griff im Betrieb versagen.
- 10) Am Stutzen darf ein schwenkbarer Griff angebracht sein, um das vertikale Anheben und Halten während des Ausgießens zu ermöglichen. Dieser sollte sicher und so befestigt werden, dass das Volumen des Stutzens nicht beeinträchtigt oder verändert wird. Auf ähnliche Weise befestigte Griffe am Körper oder im Basisring sollten so sein, dass das Gefäß beim Anheben nicht verformt wird.
- 11) Es sollte ein Mittel vorhanden sein, um sicherzustellen, dass das Maß beim Gebrauch horizontal ausgerichtet ist, und nach jeder Befüllung überprüft und justiert wird. Für den Einsatz vor Ort ist möglicherweise die Verwendung von verstellbaren Füßen oder Unterlegscheiben erforderlich sein. Eine verstellbare Grundplatte darf verwendet werden, um eine ebene Oberfläche zu schaffen, um das Maß während des Gebrauchs anzuordnen. Die Empfindlichkeit und Stabilität werden in Abschnitt 6 erörtert.
- 12) Prüfmaße mit Bodenablauf haben üblicherweise keinen unteren Stutzen. Das Ablaufrohr ist so an den tiefsten Punkt des unteren Kegels angeschlossen oder angeschweißt, dass ein Zurückhalten von Fluid vermieden wird. Das Rohr darf vertikal oder vertikal und rechtwinklig verlaufen und im Entleerungsventil enden. Es darf auch von unten über ein Verlängerungsrohr mit einem nach unten gerichteten Winkel von mindestens 15° geführt werden, um in einem Entleerungsventil außerhalb des Umfangs des Messkörpers zu enden.
- 13) Da der untere Bezugspunkt durch das Ventil definiert ist, sollte eine Möglichkeit zur Überwachung auf Leckage und zur Beobachtung des Ablaufs der ersten Entleerungszeit vorgesehen werden.

- 14) Prüfmaße mit Bodenablauf sollten über eine Basis verfügen, die robust genug ist, um das Maß über das Niveau des Entleerungsventilabschlusses hinaus zu heben, und über Mittel verfügen, um das Maß horizontal auszurichten. Das Ablaufrohr sollte beim Transport, beim Anschließen der Rohrleitungen und beim Betrieb des Ventils abgestützt und vor Beschädigungen geschützt werden.
- 15) Die Inspektion und Reinigung größerer Prüfmaße darf durch Teilen des Tanks an der Verbindung zwischen dem oberen Kegel und dem Körper erfolgen. Die Verbindung muss eine Metall-Metall-Verbindung sein und einen „O“-Ring oder eine nicht komprimierbare Dichtung mit einer festgelegten Dicke und aus einem festgelegten Material einschließen. Das Anziehdrehmoment der Flanschschrauben muss festgelegt und auf dem Kalibrierschein und der Spezifikation des Maßes gekennzeichnet werden. Die Flanschverbindung ist so konstruiert, dass beim Befüllen keine Luft eingeschlossen und beim Entleeren kein Wasser zurückgehalten werden kann. Das Maß sollte nach jedem Bruch der Verbindung erneut kalibriert werden. Ist ein Maß dafür konstruiert, für den Transport regelmäßig geteilt oder zusammengeklappt zu werden, sollte nachgewiesen werden, dass bei Einhaltung der festgelegten Verfahren keine Volumenänderung eintritt, wodurch sichergestellt wird, dass nach jedem Wiederausammenbau keine erneute Kalibrierung erforderlich ist.
- 16) Da die Verdrängung und das Volumen eines Füllrohrs mit Befüllung von oben, sofern vorhanden, einen wesentlichen Teil des gesamten Stutzenvolumens bilden, sollte die Konstruktion sorgfältig abgewogen werden. Die Grundsätze sind in Abschnitt 4 beschrieben.
- 17) Die Handhabung von Gasrückführung oder Entlüftung ist in Abschnitt 4 beschrieben. Bei tragbaren Maßen ist sie anwendungsspezifisch.
- 18) Aus Sicherheitsgründen sollten alle Maße, die in oder auf einem Fahrzeug mitgeführt werden, betrieben werden, um zu verhindern, dass Dämpfe oder Rauch in die Kabine des Fahrzeugs gelangen. Es sollte nach dem Gebrauch und vor dem Transport vollständig entlüftet und gespült werden.

7 Bezugsmessbehälter

7.1 Überblick

Bezugsmessbehälter sind volumetrische Maße mit einem Fassungsvermögen von mehr als 20 l, wenn auch als Bezugsmessbehälter konstruierte Maße in kleineren Volumina verfügbar sind. Außer für spezielle Anwendungen sollten das Nennvolumen für Norm-Bezugsmessbehälter die Form 1×10^n oder 2×10^n oder 5×10^n haben, wobei n eine ganze Zahl ist und die Einheit entweder m^3 oder Liter. Eine ähnliche Reihenfolge wird für Tanks mit nicht-metrischen Einheiten empfohlen.

Diese Geräte sind für die Kalibrierung von größeren volumetrischen Maßen, Verdrängungsprüfern oder für die Kalibrierung (Bezugsmessung) von Durchflussmessgeräten konstruiert. Bezugsmessbehälter sind fast ausschließlich Maße „für die Bereitstellung“. Für die Kalibrierung von sehr großen Bezugsmessbehältern dürfen kleinere Bezugsmessbehälter zum Entnehmen verwendet werden, d. h. zum Befüllen des zu prüfenden Geräts. Die meisten Bezugsmessbehälter werden jedoch in einer „zu befüllenden“ Konfiguration verwendet, d. h. um die Flüssigkeit aus dem zu prüfenden Gerät aufzunehmen.

Bezugsmessbehälter werden üblicherweise durch Maße mit höherer Genauigkeit kalibriert, häufig durch mehrere Füllungen. Wenn eine große Wägevorrichtung zur Verfügung steht, dürfen sie gravimetrisch kalibriert werden. Sehr große Tanks dürfen mit einem Referenz-Durchflussmessgerät kalibriert werden.

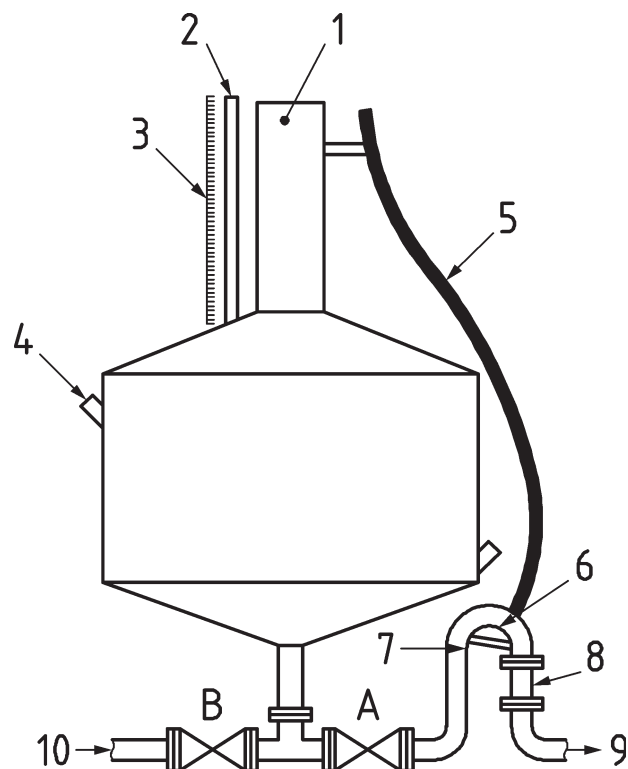
Das Volumen wird bestimmt, indem der Flüssigkeitsstand im Stutzen gegen Skaleneinteilungen gemessen wird, die das inkrementelle Volumen anzeigen. Tabelle 3 dient als Orientierungshilfe für die kritischen Maße, die für Bezugsmessbehälter bis zu 5 000 l erwartet werden, und die Grundsätze können auf größere Größen extrapoliert werden. Diese Tabelle sollte als Orientierungshilfe dienen und jeder Tank sollte so konstruiert sein, dass er die Kriterien erfüllt, die für die jeweilige Spezifikation erforderlich oder durch eine Vorschrift vorgeschrieben sind.

Tabelle 3 — Vorgeschlagene kritische Maße für Bezugsmessbehälter

Nennvolumen Liter (l)	Mindest- dicke des Metalls mm	Hals- durchmesser mm (Mindestwert)	Hals- durchmesser mm (Höchstwert)	Durchmesser des Ablaufrohres mm	Überlauf- durchmesser (sofern eingesetzt) mm (Höchstwert)
20 bis 100	2	30	100	37 bis 56	—
101 bis 500	3	50	250	50 bis 75	15
501 bis 1 000	3	100	300	50 bis 75	20
1 001 bis 2 500	4	150	450	75 bis 100	20
2 501 bis 5 000	5	250	500	100 bis 150	25
ANMERKUNG Die Größe des Stutzens kann in Abhängigkeit von der geforderten Empfindlichkeit und Verwendung des Tanks unterschiedlich sein.					

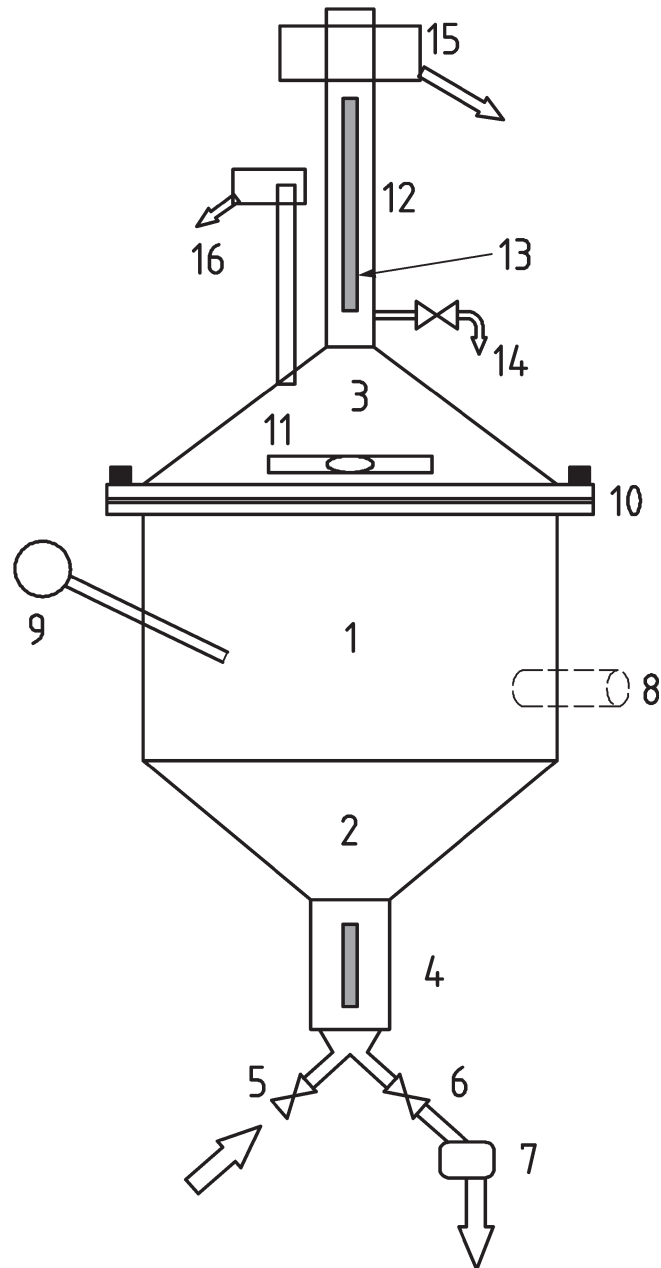
Es gibt zwei grundlegende Konstruktionen von Bezugsmessbehältern:

- Volumetrisches Maß mit einem zylindrischen Körper, oberen und unteren Kegelabschnitten sowie einem oberen und unteren Stutzen, wobei das Abfließen am unteren Ende des unteren Stutzens erfolgt. Tanks dürfen durch Überläufe entleert werden (Bild 4a) oder über einen direkten Ablauf verfügen (Bild 4b). Letztere verfügen über einen unteren Stutzen mit einer graduierten unteren Skala.
- Volumetrische Maße, bei denen der Körper ein geneigter Zylinder mit einem oberen graduierten Stutzen ist, der sich am höchsten Punkt des Maßes befindet. Am tiefsten Punkt befindet sich ein unterer Ablauf oder Stutzen (Bild 4c).



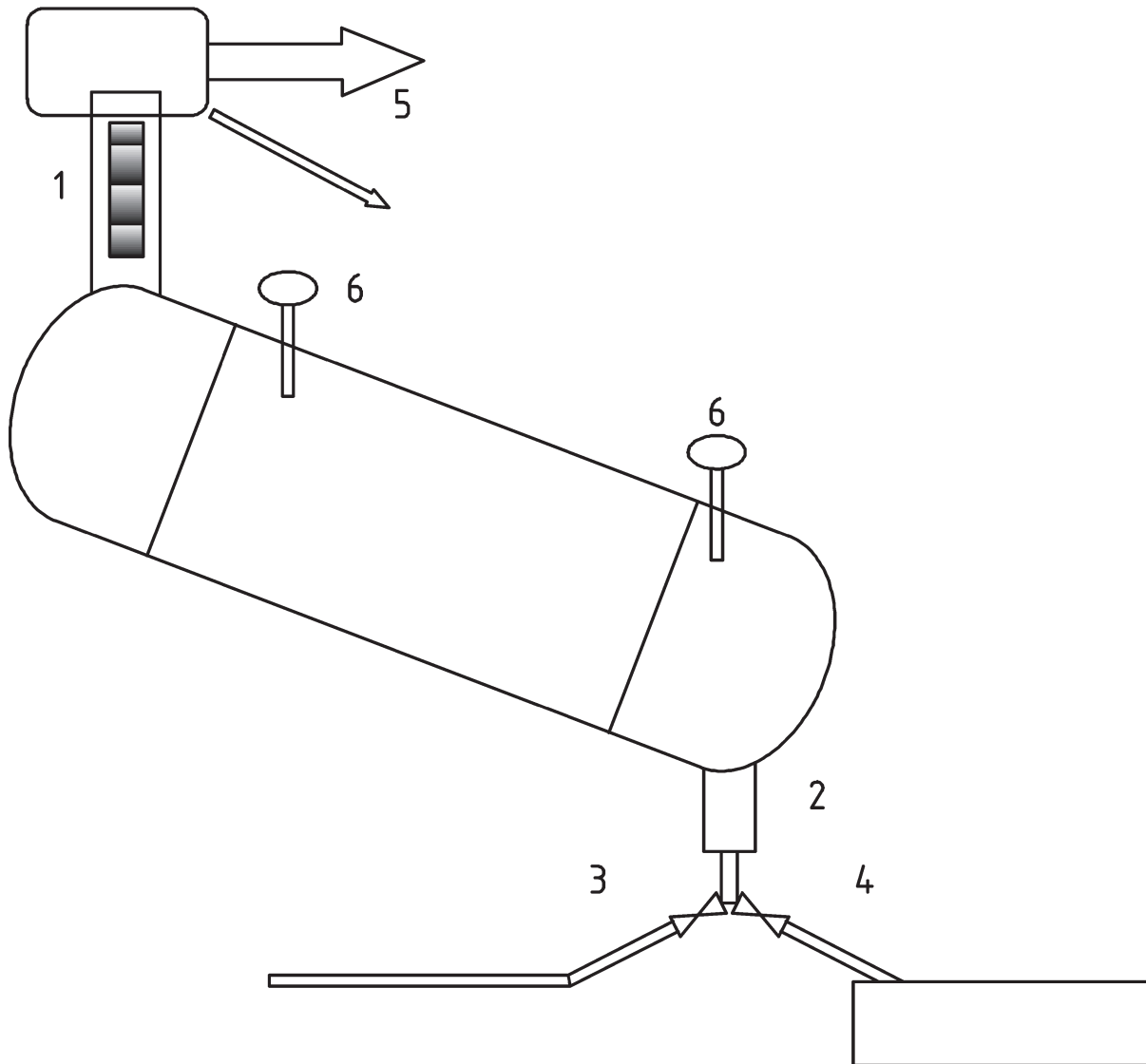
1	Hals	7	Nebenüberlauf
2	Sichtrohr	8	Schauglas
3	Skala	9	Entleerung
4	Thermometerhülsen	10	Zufluss
5	Siphon – Entlastung	A	Entleerungsventil
6	Hauptüberlauf	B	Einlassventil

Bild 4a) — Bezugsmessbehälter mit unterem Stutzen und Entleerung durch Überläufe



- | | | | |
|---|--|----|--|
| 1 | Körper | 9 | Thermometerhülse |
| 2 | unterer Kegel | 10 | geteilter Tank (Metall-Metall-Verbindung) (freigestellt) |
| 3 | oberer Kegel | 11 | Libelle |
| 4 | unterer Stutzen mit freigestellter Skala | 12 | oberer Stutzen |
| 5 | unteres Füllventil | 13 | Skalenfenster (freigestellt) |
| 6 | Druck-/Entleerungsventil | 14 | Stutzenablauf (freigestellt) |
| 7 | Fenster zum Beobachten der Abgabe | 15 | oberer Überlauf |
| 8 | Kolbeneinsteller (freigestellt) | 16 | Seitenrohr mit Nebenüberlauf (freigestellt) |

Bild 4b) — Bezugsmessbehälter mit unterem Stutzen



- 1 Stützen mit integrierter Fensterskala
- 2 Sammelbehälterablauf
- 3 Befüllung von unten
- 4 Entleerung
- 5 Dampfablass und Überlaufablauf
- 6 Thermometerhülsen

Bild 4c) — Geneigter zylindrischer Bezugsmessbehälter

Bild 4 — Bezugsmessbehälter

7.2 Allgemeine Ausführung

Prüfertanks müssen die in Abschnitt 5 beschriebenen allgemeinen Merkmale aufweisen. Da die Definition eines Prüfertanks und eines Prüfmaßes mit Bodenablauf auf der Größe (Gewicht) beruht, sind die in Abschnitt 6 genannten Konstruktionen möglicherweise ebenfalls anwendbar.

7.3 Unterer Stutzen

Bezugsmessbehälter dürfen wie in 6.1 und 6.2 beschrieben über die Basis des unteren Kegels entleert werden. Sie dürfen auch so konstruiert sein, dass sie über einen unteren Stutzen vor dem Entleerungsventil verfügen.

Bei einem Tank mit einem unteren Stutzen darf der untere Bezugspunkt unterhalb oder innerhalb des Stutzens liegen. Der Stutzen sollte einen Durchmesser aufweisen, der nicht größer ist als der des oberen Stutzens. Der untere Bezugspunkt muss entweder als Ventil(e) in den Ablauf- und Füllrohren am unteren Ende des unteren Stutzens oder als Überlauf, der einen Füllstand im unteren Stutzen festlegt, ausgebildet sein. Wenn ein Überlauf als unterer Bezugspunkt verwendet wird, muss ein Siphon(unter)brecher mit einem Durchmesser von mindestens 25 mm an einer Aufwölbung im Ablaufrohr angebracht werden. Die untere innere Ebene der Aufwölbung muss über dem als Bezugspunkt genutzten Überlauf liegen. Alle eingesetzten Ventile müssen auf Leckagen überwacht werden können.

Alternativ darf ein Schauglas eingebaut werden, um einen Füllstand im unteren Stutzen anzuzeigen.

Am unteren Ende des unteren Stutzens darf ein Ablasshahn angebracht werden, um den Stutzen des Maßes vollständig zu entleeren oder um während der Kalibrierung einen Füllstand in einem Schauglas des unteren Stutzens zu ermöglichen. Dieses Ventil sollte geschlossen und mit einer Vorrichtung zum Sicherstellen der Dichtheit und einer Dichtung oder einem Schutz gegen Öffnen während das Maß in Betrieb ist versehen sein.

7.4 Festigkeit

Der Bezugsmessbehälter sollte robust sein und eine ausreichende Metaldicke aufweisen, um Verformungen beim Befüllen oder Entleeren des Behälters zu vermeiden. Während für Norm-Bezugsmessbehälter bis zu 5 000 l für einige Behältergrößen eine Empfehlung zur Stahldicke vorliegt, die in Tabelle 3 vorgeschlagen wird, erfordern größere Behälter eine genaue konstruktive Auslegung.

7.5 Stütze

Die Stützen für den Tank sollten eine Horizontalausrichtung ermöglichen und so konstruiert sein, dass eine unzulässige Beanspruchung bei der Montage und Befestigung am Tankkörper oder Boden vermieden wird. Lastkraftwagen oder Anhänger mit eingebauten Tanks sollten mit Hebern oder Stützen versehen sein, um das Fahrzeug zu stabilisieren und horizontal auszurichten, wobei die endgültige Horizontalausrichtung am Tank durchgeführt wird.

7.6 Größe

Während Norm-Bezugsmessbehälter empfohlene oder vorgeschriebene Stützengrößen und -längen haben, werden nicht genormte und größere Behälter (Tanks) entsprechend der Anwendung und der verfügbaren Höhe konstruiert.

7.7 Mobilität

Wenn der Tank mobil sein oder transportiert werden muss, sollten die Hebepunkte leicht zugänglich und so angeordnet sein, dass das Heben Teile des Tanks, einschließlich der Schaugläser, nicht beschädigen oder beanspruchen kann. Hebepunkte sollten so gestaltet sein, dass der Tank beim Anheben nicht beansprucht oder verformt wird.

Ist ein Maß dafür konstruiert, für den Transport regelmäßig geteilt oder zusammengeklappt zu werden, und nachgewiesen werden kann, dass bei Einhaltung der festgelegten Verfahren keine Volumenänderung eintritt, ist nach jedem Wiederzusammenbau keine erneute Kalibrierung erforderlich.

7.8 Überlauf und Gasrückführung

Aufgrund der größeren Volumina und höheren Durchflussmengen sollte auf die Füllvorrichtung darauf geachtet werden, um ein Überlaufen zu vermeiden.

Der Dampf sollte direkt unterhalb der Oberseite des Stutzens abgesaugt werden. Jedes System sollte so konstruiert sein, dass ein Überdruck beim Befüllen des Tanks oder Unterdruck (Vakuum) vermieden wird, der zu Verdampfungsverlust oder in extremen Fällen zu einem Vakuum führt, das den Tank beschädigt. Druckentlastungsventile dürfen in Betracht gezogen und so bemessen werden, dass die potentiellen Gasdurchflüsse während der Befüllung des Tanks aufgenommen werden.

Die Möglichkeit von Verschüttungen, insbesondere durch Überfüllung großer Tanks, sollte berücksichtigt werden, da hohe Durchflüsse dazu führen können, dass große Flüssigkeitsmengen verloren gehen. Es sollten Vorkehrungen getroffen werden, um Verschüttungen sicher einzudämmen, sollte ein Überlaufen eintreten.

7.9 Füllen und Entleeren

Tanks dürfen durch Schwerkraft oder ein Pumpsystem entleert werden. Pumpsysteme sollten geregelt werden, um einen Unterdruck im Tank zu vermeiden. Der Durchfluss sollte so geregelt werden, dass er innerhalb der für den Tank festgelegten ersten Entleerungszeiten bleibt und gleichzeitig eine reproduzierbare Entleerungszeit ermöglicht wird.

Rohre mit Befüllung von oben sollten unter umfassender Berücksichtigung der Auflösung des Stutzens sowie der möglichen Füllgeschwindigkeit und Dampf-/Gasfreisetzung bemessen werden.

8 Alternative Konstruktionen

8.1 Konstruktionen mit hoher Genauigkeit

Maße können mit einer höheren Genauigkeit hergestellt werden, als sie mit einem Normprüfmaß oder einem Norm-Bezugsmessbehälter erreicht werden kann. Um ein Maß mit hoher Genauigkeit zu konstruieren, sollte auf Oberflächenausführung und Qualität aller Verbindungen und Anschlüsse geachtet werden.

Zusätzliches Augenmerk sollte auf den Stutzen gerichtet werden, um einen gleichmäßigen Durchmesser und eine gleichmäßige Rundheit über die gesamte Länge sicherzustellen. Die Horizontalausrichtung sollte sicherstellen, dass der Hals im Betrieb senkrecht steht.

Der Stutzen, das Schauglas und die Skala sollten so konstruiert sein, dass die gewünschte Auflösung erreicht wird. Das erfordert einen längeren und engeren Stutzenabschnitt, als für ein Normal erforderlich wäre. In einem engeren Stutzen sollte der Meniskuseffekt erkannt werden.

Ein engerer Stutzen kann eine Begrenzung des Durchflusses beim Füllen bewirken.

8.2 Automatische Pipetten

Automatische Pipetten sind Maße, die bis zu einem Füllstand gefüllt sind, der durch einen Überlauf an einer festgelegten Position im oberen Stutzen bestimmt wird. Der Überlauf darf die Oberkante des Stutzens, ein parallel zum Stutzen verlaufendes Rohr mit einer definierten Oberkante oder eine andere Überlaufvorrichtung sein, die einen Füllstand innerhalb des Stutzens definiert. Eine übliche Anordnung für einen oberen Überlauf einer automatischen Pipette besteht aus einem vertikalen Überlaufrohr, das in eine transparente Überlaufkammer mündet, die mit einem Ablauf und einer Entlüftungsöffnung versehen ist.

Der Überlauf darf aus einem oder zwei Teilen bestehen; die Oberkante des Stutzens darf den ersten Überlauf bilden, aus dem die Flüssigkeit überläuft. Nach dem Stoppen der Befüllung sinkt der Füllstand dann auf das Niveau des zweiten Überlaufs. Dieser zweite Überlauf wird durch ein kleines, vertikales Röhrchen gebildet,

das parallel zum Stutzen verläuft, wobei sich die Oberseite unterhalb der Oberseite des Stutzens und des ersten Überlaufs befindet.

Durch die Art einer automatischen Pipette sind sie im Allgemeinen Geräte mit hoher Genauigkeit, die dazu bestimmt sind, Flüssigkeiten zu einem zu prüfenden Gerät zu entnehmen. Automatische Pipetten werden üblicherweise gravimetrisch durch direktes Entleeren in einen Wägebehälter kalibriert (kalibriert auf Entnahme).

Eine automatische Pipette wird gefüllt, bis das Fluid über den Überlauf läuft. Es wird dann erlaubt, sich zu setzen, bis keine Flüssigkeit mehr überläuft und ein Meniskus gebildet wird. Anschließend wird die Flüssigkeit unter Einhaltung der festgelegten Entleerungszeiten aus dem zu prüfenden Gerät entleert. Es ist üblich, eine Pipette zu verwenden, um andere Maße zu kalibrieren.

Eine Alternative darf als „halbautomatische Pipette“ beschrieben werden. In diesem Fall befindet sich an der Unterseite des Stutzens ein Entleerungsventil, mit dem der Füllstand nach dem Befüllen auf einen gleichbleibenden Anzeigewert für das Volumen auf der Skala abgesenkt werden kann.

8.3 Bezugsmessbehälter mit unterm Schauglas

Bei Bezugsmessbehältern mit unterem Stutzen wird das kalibrierte Volumen als das Volumen definiert, das sich zwischen der oberen und unteren Bezugsmarke befindet. Das Volumen wird anhand der Differenz zwischen dem an der unteren und der oberen Skala abgelesene Volumen gemessen. Die untere Skala wird auf ähnliche Weise wie die obere Skala markiert. Bei einem Normal sollte die untere Skala einen Bereich von 0,5 % aufweisen.

Um ein Maß mit einer unteren Skala zu verwenden, ist ein Hauptentleerungsventil vorhanden, jedoch darf ein sekundäres (kleineres) Ventil eingebaut werden, um eine kontrolliertere Entleerung zu ermöglichen, wodurch ein Füllstand im Bereich der unteren Skala eingestellt wird. Die Entleerungsgeschwindigkeit wird reduziert, indem das Hauptentleerungsventil gedrosselt und dann geschlossen wird, sobald oder kurz bevor der Flüssigkeitsspiegel im unteren Schauglas beobachtet wird. Dann wird das kleine Entleerungsventil geöffnet und das Entleeren fortgesetzt, bis sich der Flüssigkeitsspiegel unterhalb der Bezugslinie befindet, und das Ventil wird geschlossen. Die Entleerungszeit beginnt, wenn beide Ventile geschlossen sind und der Füllstand in der Messskala wird abgelesen und nach Ablauf der Entleerungszeit als „leeres“ Volumen aufgezeichnet.

In der Zeit zwischen dem Ablesen des „leeren“ Volumens und dem Beginn des Füllens des Maßes ist der beobachtete Füllstand in der unteren Skala gestiegen, da die Flüssigkeit die Wände des Tanks hinunterfließt. Dieser erhöhte Füllstand ist nicht bei der Messung zu verwenden, er könnte jedoch als gutes Maß für Korrekturfaktoren verwendet werden, die bei Fluiden unterschiedlicher Viskosität anzuwenden sind.

9 Kalibrierung

9.1 Allgemeines

Eine regelmäßige Kalibrierung von Maßen ist erforderlich, um Vertrauen in das Volumen zu schaffen, insbesondere wenn mobile oder tragbare Maße verwendet werden. Die Häufigkeit der Kalibrierung darf durch Vorschriften oder Richtlinien vom Anwender festgelegt werden. Es ist jedoch gute Praxis, sich nicht nur auf festgelegte Kalibrierintervalle zu verlassen, sondern das Risiko einer Volumenänderung, die sich während des Gebrauchs entwickelt, zu untersuchen und in Abständen erneut zu kalibrieren, um die erforderliche Sicherheit zu geben.

Die in der Industrie übliche Praxis legt nahe, dass Referenzmaße mit hoher Genauigkeit jährlich kalibriert werden. Ortsfeste oder Labormaße und Bezugsmessbehälter erfordern alle drei Jahre eine Neukalibrierung, während sorgfältig kontrollierte mobile Feldmaße alle zwei Jahre eine Neukalibrierung erfordern. Nach jedem Auftreten von Beschädigungen oder Kontamination sind jedoch Neukalibrierungen erforderlich.

Es gibt mehrere Techniken zur Kalibrierung eines volumetrischen Maßes. Das vorliegende Dokument behandelt drei davon:

- Gravimetrisch durch Entnahme (Wasserentnahme oder „Ex“) oder Befüllen („In“)
- Volumetrisch durch Entnahme (Wasserentnahme oder „Ex“) oder Befüllen („In“)
- Referenz-Durchflussmessgerät durch Befüllen („In“)

Um ein Maß zu kalibrieren, gibt es eine Reihe von Schritten, die gemeinsam sind.

- 1) Bei Erhalt und vor Beginn der Kalibrierung sollten die äußeren Merkmale des Tanks geprüft werden. Alle Beschädigungen an der Außenseite des Tanks sollten aufgezeichnet werden. Dichtungen an Ventilen, Skalen und Einstellern sollten auf Bruch oder Manipulation geprüft werden. Die Lage des Skalenbezugspunktes und die Differenz zur Nennvolumenmarke sollten aufgezeichnet und mit dem vorherigen Kalibrierschein verglichen werden.
- 2) Das Typschild sollte geprüft und die notwendigen Angaben sollten aufgezeichnet und mit der Spezifikation des Herstellers und vorherigen Kalibrierscheinen verglichen werden. Alle Unstimmigkeiten oder fehlenden Angaben sollten untersucht werden.
- 3) Ohne das Maß zu öffnen, wird der Innenraum so weit wie praktisch möglich geprüft. Es ist auf Fremdkörper, Korrosion oder Ablagerungen an der Wand zu achten. Das Sichtfenster/-rohr wird nach Möglichkeit ohne Veränderung des Volumens gereinigt. Wenn das Maß zu reinigen ist, wird bestimmt, ob eine Kalibrierung vor und nach der Reinigung durchzuführen ist. Zu gegebener Zeit wird das Maß innen mit den geeigneten Lösemitteln, Wasser oder Spülmittel gereinigt. Das Maß wird gespült, um alle Spuren von Reinigungsflüssigkeiten zu entfernen.
- 4) Bei Primär- und Referenzmaßen, die in einem Labor kalibriert wurden, kann es erforderlich sein, das Maß vor Beginn der Arbeiten von allen Verunreinigungen zu reinigen.
- 5) Sämtliche Ventile und Anschlüsse werden auf Leckage geprüft. Thermometerhülsen werden gereinigt und mit einer geeigneten leitfähigen Flüssigkeit wieder aufgefüllt.
- 6) Das Maß wird horizontal ausgerichtet. Die Genauigkeit von angebrachten Wasserwaagen wird bestätigt.
- 7) Das Kalibrierverfahren und die erforderlichen Unsicherheits- und Annahmekriterien werden bestimmt. Diese werden im Zertifikat aufgezeichnet.
- 8) Ein Kalibrierkreislauf mit den entsprechenden Referenzgeräten wird eingerichtet. Es wird sichergestellt, dass diese über gültige Kalibrierscheine verfügen. Temperaturmessgeräte werden sowohl im zu prüfenden Maß als auch im Referenzmaß eingebaut. Eine ausreichende Versorgung mit Kalibrierflüssigkeit und Mittel zur Rückführung und Entsorgung werden sichergestellt. Die Umgebung wird vor Sonne, Wind, Kälte usw. geschützt, um eine stabile Umgebung für das System sicherzustellen.
- 9) Alle Maße und Kreise werden auf Umgebungstemperatur stabilisieren gelassen. Für Primär- und Referenzmaße wird vorgeschlagen, dass dies niemals weniger als 1 Stunde dauern sollte und es werden, wenn praktisch möglich, mindestens 6 Stunden empfohlen, um die Bedingungen zu stabilisieren (siehe Anhang B).
- 10) Die anzuwendenden Entleerungszeiten werden bestätigt und zusammen mit Einzelheiten zu Ablaufrohrleitungen und Beschränkungen aufgezeichnet. Möglicherweise ist eine Skizze die beste Aufzeichnung. Es wird aufgezeichnet, ob die Kalibrierung durch Befüllen oder Entnahme erfolgt.