

DIN EN ISO 8311



ICS 75.180.30

Ersatz für
DIN EN ISO 8311:1996-01

**Gekühlte Kohlenwasserstoffe und verflüssigte, nicht auf Erdöl
basierende gasförmige Brennstoffe –
Kalibrierung von Membrantanks und unabhängigen Prismentanks in
Schiffen –
Manuelle Messung und Innenmessung nach dem elektrooptischen
Distanzmessverfahren (ISO 8311:2013);
Deutsche Fassung EN ISO 8311:2013**

Refrigerated hydrocarbon and non-petroleum based liquefied gaseous fuels –
Calibration of membrane tanks and independent prismatic tanks in ships –
Manual and internal electro-optical distance-ranging methods (ISO 8311:2013);
German version EN ISO 8311:2013

Hydrocarbures réfrigérés et combustibles gazeux liquéfiés à base non pétrolière –
Étalonnage des réservoirs à membrane et réservoirs pyramidaux –
Méthodes manuelles et par mesurage électro-optique interne de la distance
(ISO 8311:2013);
Version allemande EN ISO 8311:2013

Gesamtumfang 50 Seiten

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

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 8311:2013) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 28 „Petroleum products and lubricants“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 19 „Gasförmige und flüssige Kraft- und Brennstoffe, Schmierstoffe und verwandte Produkte mit mineralölstämmiger, synthetischer oder biologischer Herkunft“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NEN (Niederlande) gehalten wird.

Das zuständige nationale Gremium ist der NA 062-06-81 AA, Spiegelausschuss zu CEN/TC 19 „Gasförmige und flüssige Kraft- und Brennstoffe, Schmierstoffe und verwandte Produkte mit mineralölstämmiger, synthetischer oder biologischer Herkunft“ im Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung des Normenausschusses Materialprüfung (NMP) im DIN.

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

IEC 60079-10-1	siehe DIN EN 60079-10-1 (VDE 0165-101)
IEC 60079-10-2	siehe DIN EN 60079-10-2 (VDE 0165-102)
IEC 60825-1	siehe DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1)

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 8311:1996-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Titel der Norm wurde angepasst;
- b) Erweiterung des Anwendungsbereichs auf verflüssigte, nicht auf Erdöl basierende gasförmige Brennstoffe;
- c) Aufnahme des elektrooptischen Distanzmessverfahrens.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 8311: 1996-01

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60079-10-1 (VDE 0165-101), *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 10-1: Einteilung der Bereiche — Gasexplosionsgefährdete Bereiche*

DIN EN 60079-10-2 (VDE 0165-102), *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 10-2: Einteilung der Bereiche — Staubexplosionsgefährdete Bereiche*

DIN EN 60825-1 (VDE 0837-1), *Sicherheit von Lasereinrichtungen — Teil 1: Klassifizierung von Anlagen und Anforderungen*

Deutsche Fassung

Gekühlte Kohlenwasserstoffe und verflüssigte, nicht auf Erdöl
basierende gasförmige Brennstoffe —
Kalibrierung von Membrantanks und unabhängigen
Prismantanks in Schiffen —
Manuelle Messung und Innenmessung nach dem
elektrooptischen Distanzmessverfahren (ISO 8311:2013)

Refrigerated hydrocarbon and non-petroleum based
liquefied gaseous fuels —
Calibration of membrane tanks and independent prismatic
tanks in ships —
Manual and internal electro-optical distance-ranging
methods (ISO 8311:2013)

Hydrocarbures réfrigérés et combustibles gazeux liquéfiés à
base non pétrolière —
Étalonnage des réservoirs à membrane et réservoirs
pyramidaux —
Méthodes manuelles et par mesurage électro-optique
interne de la distance (ISO 8311:2013)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 9. November 2013 angenommen.

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

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

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



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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Vorsichtsmaßnahmen	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Zustand des Schiffs während der Kalibrierung	8
4.3 Verformung des Tanks	8
4.4 Vergleich mit Zeichnungen	8
4.5 Messungen mit einem Messband	9
4.6 Messungen mit elektrooptischen Distanzmessgeräten (EDM-Geräten)	9
4.7 Zustand der Membran	9
4.8 Sicherheitsvorkehrungen bei der Arbeit in Membrantanks	10
5 Geräte.....	10
6 Bestimmung der Messpunkte.....	11
7 Kalibrierung nach dem manuellen Verfahren	11
7.1 Allgemeines	11
7.2 Messung der Tanklänge	11
7.2.1 Längenmessung an der untersten Ebene	11
7.2.2 Längenmessung an der obersten Ebene	12
7.2.3 Längenmessung an einer horizontalen Zwischenebene	12
7.2.4 Tanklänge	13
7.3 Messung der Tankbreite	14
7.3.1 Breitenmessung an der untersten Ebene	14
7.3.2 Breitenmessung an der obersten Ebene	14
7.3.3 Breitenmessung an einer horizontalen Zwischenebene	14
7.3.4 Trapezförmiger Tank	15
7.4 Messung der Tankhöhe	17
7.4.1 Messung der Gesamthöhe	17
7.4.2 Messung der Höhe an den Seitenwänden	18
7.4.3 Messung der Höhe der unteren Schräge	18
7.4.4 Höhe der oberen Schräge	18
7.5 Messung der Bodenwelligkeit und der Messreferenzhöhe	19
7.6 Temperaturbedingte Korrektur.....	20
8 Kalibrierung nach dem elektrooptischen Distanzmessverfahren (EDM-Verfahren).....	21
8.1 Allgemeines	21
8.2 Einrichten des EDM-Geräts	21
8.3 Kalibrierverfahren	22
8.3.1 Allgemeines	22
8.3.2 Bestimmung der Länge	22
8.3.3 Bestimmung der Breite	23
8.3.4 Bestimmung der Höhe	23
9 Weitere Messungen	23
9.1 Standort des Pegelmessgeräts	23
9.2 Totvolumen.....	24

10	Berechnung	24
10.1	Allgemeines	24
10.2	Berechnung des Tankvolumens	25
10.3	Effekt der Bodenwelligkeit	25
10.4	Schrägflächenanteil	25
10.5	Durch Trimm bedingte Korrekturen	25
10.6	Durch Schlagseite bedingte Korrekturen	26
10.7	Kombinierte, durch Trimm und Schlagseite bedingte Korrekturen	26
10.8	Durch Ausdehnung bzw. Kontraktion der Tankhülle bedingte Korrektur	26
11	Kalibrierbericht und Kalibriertabellen	26
12	Nachkalibrierung	27
Anhang A (informativ) Unsicherheit in Verbindung mit der Tankkalibrierung		28
A.1	Allgemeines	28
A.2	Symbole	28
A.3	Bestimmung der kombinierten Standardunsicherheit	30
A.4	Mathematisches Modell	30
A.5	Beitragende Varianz	31
A.6	Sensitivitätskoeffizienten	32
A.7	Ursache für Unsicherheiten	32
A.7.1	Allgemeines	32
A.7.2	Klassifizierung nach dem Verfahren	32
A.7.3	Klassifizierung nach der Quelle	33
A.7.4	Klassifizierung nach den Auswirkungen	34
A.7.5	Integration der Unsicherheiten	34
A.7.6	Einteilung der Unsicherheiten	35
A.7.7	Unsicherheiten in Verbindung mit dem Stahlmessband	35
A.7.8	Unsicherheiten in Verbindung mit dem Messstab	37
A.8	Zahlenbeispiel	37
A.9	Folgerungen	41
Anhang B (informativ) Beispiel für eine Tankkapazität-Tabelle (Tank Nr. 3)		42
Anhang C (informativ) Beispiel für eine Tabelle für Korrekturen bei Trimm (Tank Nr. 1)		44
Anhang D (informativ) Beispiel für eine Tabelle für Korrekturen bei Schlagseite (Tank Nr. 1)		46
Literaturhinweise		48

Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 8311:2013) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 28 „Petroleum products and lubricants“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 19 „Gasförmige und flüssige Kraft- und Brennstoffe, Schmierstoffe und verwandte Produkte mit mineralölstämmiger, synthetischer oder biologischer Herkunft“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom NEN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2014, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2014 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 8311:1995.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 8311:2013 wurde vom CEN als EN ISO 8311:2013 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Zwecks Lagerung und Seetransport in Druckbehältern mit Drücken, die sich in der Nähe des Luftdrucks bewegen, werden größere Mengen von leichten Kohlenwasserstoffen, die aus Molekülen mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen bestehen, durch Abkühlung verflüssigt. Diese Flüssigkeiten lassen sich in zwei große Gruppen unterteilen: verflüssigtes Erdgas (LNG) und Flüssiggas (LPG). Schiffe mit Großraumbehältern, die für den Transport dieser Flüssigkeiten vorgesehen sind, müssen nach einer speziellen Technologie entworfen und konstruiert sein, um den Seetransport sicher und wirtschaftlich zu machen.

Bei einem Obhutstransfer sind die im Tank eines Schiffs befindlichen Frachtmengen mit äußerster Genauigkeit zu messen. Diese Internationale Norm beschreibt zusammen mit einer Reihe weiterer Normen Verfahren zur Innenmessung von Schiffstanks, aus denen sich Tankkapazität-Tabellen ableiten lassen.

Diese Internationale Norm beschreibt Techniken zur Kalibrierung von Membrantanks, d. h. selbsttragende unabhängige Tanks, deren Containersystem aus einer relativ dünnen Membran besteht, die entweder aus Edelstahl oder einer Hochnickelstahllegierung hergestellt ist. Die vorliegende Internationale Norm kann mit einigen Modifikationen auch auf die Kalibrierung unabhängiger Tanks in prismatischer Form angewendet werden.

In Anhang A werden Unsicherheiten bei Messungen an Membrantanks erörtert.

In Anhang B wird ein Beispiel für eine Tankkapazität-Tabelle bezogen auf das Teilvolumen einer Füllung als Funktion des Flüssigkeitspegels angegeben; die Anhänge C und D zeigen Beispiele für Tabellen zur Korrektur bei Trimm bzw. Schlagseite.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt ein Verfahren zur Innenmessung von Membrantanks in Schiffen, die für den Transport von durch Abkühlung verflüssigten leichten Kohlenwasserstoffen vorgesehen sind, fest. Außer dem Messvorgang selbst werden die Verfahren beschrieben, mit deren Hilfe sich Tabellen für die Tankkapazität und Korrekturtabellen zur Berechnung der mengenmäßigen Schiffsladung aufstellen lassen. Diese Internationale Norm kann mit einigen Modifikationen auch für die Kalibrierung unabhängiger Tanks in prismatischer Form angewendet werden.

Für die in dieser Internationalen Norm beschriebenen Verfahrensabläufe wird bei der manuellen Messung von Membrantanks zum Abstützen der Messgeräte das Gerüst verwendet, mit dem die Membran aufgestellt wurde; für das interne elektrooptische Distanzmessverfahren (EDM) sollten jedoch andere Hilfsmittel für den Zugriff auf die benötigten Messpositionen angewendet werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 7507-1:2003, *Petroleum and liquid petroleum products — Calibration of vertical cylindrical tanks — Part 1: Strapping method*

ISO 7507-4:2010, *Petroleum and liquid petroleum products — Calibration of vertical cylindrical tanks — Part 4: Internal electro-optical distance-ranging method*

IEC 60079-10-1, *Explosive atmospheres — Part 10-1: Classification of areas — Explosive gas atmospheres*

IEC 60079-10-2, *Explosive atmospheres — Part 10-2: Classification of areas — Combustible dust atmospheres*

IEC 60825-1, *Safety of laser products — Part 1: Equipment classification and requirements*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1
automatisches Tankinhaltsmessgerät
ATG
ALG
Gerät zur kontinuierlichen Messung der Höhe des Flüssigkeitspegels (des von der Flüssigkeit eingenommenen Raums oder des füllungsfreien Raums) in Lagertanks

3.2
Schräge
geneigte Fläche, die die Wände des Tanks mit seiner Decke oder Bodenfläche verbindet

3.3
Totvolumen
sämtliche Anschlussstücke, durch die das Fassungsvermögen eines Tanks beeinträchtigt wird

3.4
Messreferenzpunkt
Punkt, von dem aus die Flüssigkeitstiefe gemessen wird

3.5
waagerechte Ebene
sämtliche Ebenen, die parallel zum Tankboden verlaufen

3.6

waagerechte Referenzlinie

sämtliche Horizontallinien, die durch eine Schnur festgelegt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Kalibrierverfahren mit Hilfe einer waagerechten Referenzlinie gilt als Alternative zu direkten Messungen und kann immer dann angewendet werden, wenn direkte Messungen als undurchführbar angesehen werden.

3.7

Schlagseite

Schräglage eines Schiffs

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird angegeben in Grad.

3.8

Längslinie

von einer Längsebene an der Kreuzung mit einer Horizontalen gebildete Linie

3.9

Längsebene

senkrechte Ebene, die parallel zur Mittellinie eines Tanks verläuft

3.10

Messpunkt

ein Punkt einer Reihe von Punkten an der Innenseite der Tankhülle, der beim manuellen Verfahren als Anfangs- bzw. Endpunkt einer Abstandsmessung mit Hilfe eines Messbands oder eines handgehaltenen Laser-Distanzmessgeräts oder bei einer Messung von Schrägdistanzen, vertikalen und horizontalen Winkeln mit Hilfe eines elektrooptischen Distanzmessgeräts als Endpunkt verwendet wird

3.11

Backbord

linke Seite eines Schiffs, Richtung nach vorn

3.12

Referenzzielpunkt

an der Innenseite der Tankhülle oder an einem auf einem Dreibeinstativ montierten Prisma eindeutig gekennzeichnete Festpunkt

3.13

Abschnittslinie

Linie, die von einer Abschnittsebene an der Kreuzung mit einer Horizontalen gebildet wird

3.14

Abschnittsebene

Ebene, die parallel zu vorderem und achterem Schott eines Schiffstanks verläuft

3.15

schräger Abstand

Abstand, der von einem elektrooptischen Distanzmessgerät zu einem Messpunkt oder einem Referenzzielpunkt gemessen wird

3.16

Steuerbord

rechte Seite eines Schiffs, Richtung nach vorn

3.17

Referenztemperatur bei der Tank-Kalibrierung

Temperatur, bei der die Kalibrierung eines Tanks berechnet wurde

3.18

Tankkapazität-Tabelle

Tank-Tabelle

Kalibriertabelle

Kapazität-Tabelle

Tabelle, die die Kapazitäten oder die im Tank befindlichen Volumina bei unterschiedlichen Flüssigkeitspegeln angibt, die von einem Referenzpunkt aus messbar sind

3.19

Trimm

Differenz zwischen vorderem und achterem Tiefgang eines Schiffs

Anmerkung 1 zum Begriff: Ist der achtere Tiefgang größer als der vordere Tiefgang, wird das Schiff als achterlastig bezeichnet. Ist der achtere Tiefgang kleiner als der vordere Tiefgang, wird das Schiff als kopflastig bezeichnet.

3.20

Unsicherheit

U()

Schätzwert zur Kennzeichnung des Wertebereichs, in dem der wahre Wert einer Messgröße liegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Im ISO/IEC-Leitfaden 98-3 werden verschiedene Arten von Unsicherheiten definiert.

3.21

senkrechte Linie

Linie, die von einer Abschnittsebene auf den Seitenwänden und einer Längsebene an vorderem und achterem Schott gebildet wird

4 Vorsichtsmaßnahmen

4.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt beschreibt die bei einer Messung zu treffenden Vorsichtsmaßnahmen. Die Messungen sind äußerst vorsichtig und sorgfältig auszuführen; alle ungewöhnlichen Vorkommnisse, die während der Messarbeit auftreten und die Ergebnisse beeinträchtigen könnten, sind zu protokollieren.

4.2 Zustand des Schiffs während der Kalibrierung

Die in dieser Internationalen Norm festgelegten Verfahren zur Kalibrierung dürfen angewendet werden auf Schiffe zu Wasser oder in einem Trockendock. Vorzugsweise werden sie jedoch auf Schiffe in Trockendocks angewendet, weil ein möglicher Trimm bzw. eine mögliche Schlagseite beim Kalibriervorgang unverändert bleibt. Ändert sich allerdings die Lage eines Schiffs, müssen alle Messungen mit einem optischen Nivelliergerät und einem EDM-Gerät (Gerät für die elektrooptische Distanzmessung) korrigiert werden.

4.3 Verformung des Tanks

Wenn ein Tank außergewöhnlich stark verformt ist, muss der Kalibreur zusätzliche Messungen ausführen. Der Kalibrierbericht muss sämtliche Notizen des Kalibreurs über zusätzliche Messungen sowie ihre Ursachen im Einzelnen enthalten.

Der Kalibreur muss für alle Abnormitäten am Tank oder seinen Anschlussstücken detaillierte Skizzen vorlegen, sofern diese Skizzen bei der Interpretation der aufgezeichneten Daten hilfreich sein können.

4.4 Vergleich mit Zeichnungen

Liegen für einen Tank Zeichnungen vor, müssen alle Messungen mit den entsprechenden Maßen aus den Zeichnungen verglichen werden. Treten bei diesem Vergleich größere Diskrepanzen auf, müssen die jeweiligen Messungen überprüft werden, wobei jedoch die Tankkapazität-Tabelle auf den tatsächlichen Messungen basieren muss.

4.5 Messungen mit einem Messband

Wenn mit einem Messband gemessen wird:

- a) muss das Messband entsprechend der Festlegung in seinem Kalibrierzertifikat gespannt werden;
- b) muss das Messband so abgestützt werden, dass es nicht durchhängt. Lässt sich sein Durchhängen nicht vermeiden, muss der Kalibreur dies notieren, und bei der Berechnung muss eine Catenary-Korrektur (Bogenlinie) vorgenommen werden.
- c) müssen mehrere Messungen durchgeführt werden. Wenn die Ergebnisse der ersten drei aufeinander folgenden Messungen innerhalb des in d) angegebenen Toleranzbereichs liegen, wird der Mittelwert dieser Ergebnisse als Messgröße und ihre Standardabweichung als Standardunsicherheit angenommen. Bei Nichteinhaltung des in d) festgelegten Toleranzbereichs sind die Messungen so lange zu wiederholen, bis zwei Standardabweichungen für den Mittelwert aus allen Messungen kleiner sind als die Hälfte des in d) festgelegten Toleranzbereichs. Der Mittelwert wird als Messergebnis und die Standardabweichung als Standardunsicherheit angenommen. Um offensichtliche Ausreißer zu eliminieren, sind genormte Verfahren anzuwenden.
- d) In der folgenden Tabelle werden die Toleranzen in Abhängigkeit von der Messdistanz angegeben.

Messung	Toleranz innerhalb von
bis 25 m	2 mm
über 25 m	3 mm
für Versätze	0,5 mm

- e) Wird der Messvorgang unterbrochen, sind die letzten Messungen zu wiederholen. Stimmt der Toleranzbereich der neuen Messungen nicht mit den vorher ausgeführten überein, ist die vorher ausgeführte Serie von Messungen zu verwerfen.

4.6 Messungen mit elektrooptischen Distanzmessgeräten (EDM-Geräten)

Für Messungen mit elektrooptischen Distanzmessgeräten (EDM-Geräten) muss

- a) das elektrooptische Distanzmessgerät vor der Kalibrierung verifiziert werden. Die Fehlergrenzen sowohl der Distanzmesseinheit als auch der Winkelmesseinheit müssen nach den in ISO 7507-4:2010, Anhang A, festgelegten Verfahren überprüft werden;
- b) der Tank schwingungsfrei und frei von luftgetragenen Staubpartikeln sein. Am Boden des Tanks sollten keine Ablagerungen, kein Staub und kein Zunder vorhanden sein;
- c) eine Beleuchtung, sofern erforderlich, im Tank so angeordnet sein, dass die Funktion des EDM-Geräts nicht beeinträchtigt wird;
- d) der Laserstrahl nach den Festlegungen in IEC 60825-1 angewendet werden. Mögliche Gefährdungen in dem Bereich, in dem die Kalibrierung durchzuführen ist, müssen nach IEC 60079-10 bewertet werden. Für das anzuwendende EDM-Gerät muss eine Erklärung (Zertifikat) vorliegen, die die Sicherheit des Geräts für den vorgesehenen Betriebsbereich bestätigt.

4.7 Zustand der Membran

Es ist sicherzustellen, dass sich Membran und Stützmaterial berühren. In einigen Fällen lässt sich dieser Kontakt durch ein Vakuum unter der Membran sicherstellen.

4.8 Sicherheitsvorkehrungen bei der Arbeit in Membrantanks

- a) Alle Vorschriften für das Betreten gefährlicher Bereiche müssen strengstens eingehalten werden.
- b) Vor dem Einstieg in einen Tank, der in Benutzung gewesen ist, muss ein Zertifikat vorliegen, das nach örtlichen oder nationalen Vorschriften ausgestellt wurde und einen sicheren Einstieg bescheinigt. Alle in den Tank führenden Rohrleitungen müssen abgetrennt und entleert werden.
- c) Handlampen und andere elektrische Geräte müssen für eine Benutzung in explosionsfähigen Atmosphären zugelassen sein.
- d) Die Sicherheit des Personals muss durch die strikte Beachtung folgender Punkte geschützt werden:
 - 1) Leitern müssen vor ihrer Anwendung überprüft werden; ausziehbare Leitern dürfen nur innerhalb des Bereichs angewendet werden, in dem sie sicher zu benutzen sind. Leitern müssen auf einem ebenen und sicheren Standplatz aufgestellt und vor ihrer Benutzung in der vorgesehenen Stellung sicher festgezurt werden.
 - 2) Wenn Maler-Hängebühnen oder Bootsmannstühle verwendet werden, müssen Flaschenzüge, freie Seile, Stricke usw. vor ihrer Anbringung überprüft werden; alle Zubehörteile, deren Festigkeit oder Zustand bedenklich ist, müssen ausgewechselt werden. Auf die Sicherung dieser Hilfsmittel und ihren Betriebseinsatz ist besondere Sorgfalt zu verwenden.
 - 3) Wenn die Kalibrierung nicht ohne Anwendung von Gerüsten durchgeführt werden kann, müssen ordnungsgemäß konstruierte Stahlrohr- oder Holzgerüste aufgestellt werden. Einzelne Ziegel, Trommeln oder Kästen dürfen nicht als Arbeitsbühne verwendet werden. Besonders zu beachten sind die Ecken des Gerüsts. Es ist durchaus üblich, dass ein Gerüstbrett aus seiner Position verschoben wird, wenn die Tankwand mit Membranen ausgekleidet wird.
 - 4) Falls angebracht, muss der Kalibreur bei Arbeiten über dem Boden einen Sicherheitsgurt tragen.
- e) In einigen Fällen können die Kanten der Ankerplatten, die über die Membran hinausragen, scharfkantig sein. Das Tragen von Schutzhandschuhen und -helmen wird besonders empfohlen.
- f) Es ist darauf zu achten, dass die Membranen nicht durch Schuhe, Messgeräte usw. beschädigt werden.

5 Geräte

Zur Kalibrierung der Tanks nach dieser Internationalen Norm müssen Geräte verwendet werden, die der jeweils zutreffenden nationalen oder Internationalen Norm entsprechen.

5.1 Elektrooptisches Distanzmessgerät (EDM-Gerät), geeignet, für die Tankvolumina Unsicherheiten zu erreichen, die im Rahmen des gesetzlichen Messwesens akzeptabel sind. Die Winkelmesseinheit des Geräts sollte eine Skaleneinteilung und Auflösung von mindestens $3,142 \times 10^{-6}$ rad (0,2 mgon) haben; die für die direkte Messung der Entfernungen verwendete Distanzmesseinheit des Messgeräts sollte eine Auflösung von mindestens 1 mm haben.

Die Fehlergrenze des EDM-Geräts kann durch Temperaturschwankungen beeinflusst werden. Die Anleitungen des Herstellers sollten beachtet werden.

5.2 Handgehaltenes Laser-Distanzmessgerät, das anstelle eines Messbands zum Messen von Entfernungen angewendet werden darf. Das Laser-Distanzmessgerät sollte eine Auflösung von mindestens 1 mm haben.

5.3 Messband, das die in ISO 7507-1 angegebenen oder entsprechende Anforderungen an Strapping-Bänder erfüllt.

5.4 Automatisches Nivelliergerät, das ein aufrecht stehendes Bild und eine mindestens 20fache Vergrößerung hat. Es muss in der Lage sein, auf 1,5 m oder näher zu fokussieren; die Empfindlichkeit des Nivelliergeräts muss 40 Bogensekunden je 2 mm oder weniger betragen.

5.5 Messstab, mit Zentimeter- oder Millimetereinteilung zum Messen des Totvolumens, der Versätze zwischen den Schnüren und den Tankwänden usw. Wird ein Holzmessstab verwendet, muss er an beiden Enden mit einer Messingzwinge ausgestattet und verziefungsfrei sein.

5.6 Thermometer, mit einem geeigneten Bereich und einer Fehlergrenze von $\pm 0,5$ °C.

Es sollte kein Quecksilberthermometer angewendet werden.

6 Bestimmung der Messpunkte

Grundsätzlich besteht eine Kalibrierung von Membrantanks aus der Messung der Länge, der Breite und der Höhe eines Tanks an bekannten Messpunkten. Diese Punkte werden bestimmt, indem mehrere Horizontalen, Längsebenen und Abschnittsebenen (Querebenen) abgesteckt werden.

Diese Ebenen überschneiden sich und bilden Linien, an denen entlang Länge, Breite und Höhe gemessen werden. Die Zwischenräume zwischen den Ebenen dürfen höchstens 5 m betragen und sind so zu bemessen, dass sich sämtliche Veränderungen eines Abschnitts in den nachfolgenden Messungen niederschlagen, mit deren Hilfe dann sämtliche Verformungen feststellbar sind. Die Messpunkte werden vom Kalibreur bestimmt, dürfen jedoch höchstens 5 m auseinander liegen.

Nach Bestimmung der Messpunkte werden die Linien an den Innenwänden des Tanks markiert. Markiert werden Quer- und Längslinien an der oberen und unteren Ebene, waagerechte und senkrechte Linien am vorderen und am achteren Schott sowie waagerechte und senkrechte Linien an der Steuerbordwand und an der Backbordwand. Bei der Messung mittels elektrooptischer Entfernungsmesser dürfen die Koordinaten der vorgesehenen Messpunkte im Gerät gespeichert werden, statt tatsächlich als Markierungslinien oder -punkte auf den inneren Tankwänden angebracht zu werden.

7 Kalibrierung nach dem manuellen Verfahren

7.1 Allgemeines

Beim manuellen Verfahren wird das Messband zum Messen der Abstände zwischen den gegenüber liegenden Wänden eines Tanks nach den Vorgaben auf dem Messband-Zertifikat gespannt. Bei direkten Messungen darf ein handgehaltenes Laser-Distanzmessgerät anstelle eines Messbands angewendet werden.

Die Tanklängen müssen entlang den Längslinien in allen Höhen auf den Horizontalen nach 7.2 gemessen werden.

Die Tankbreiten müssen entlang den Querlinien auf allen Horizontalen nach 7.3 gemessen werden.

Die Gesamthöhen, die Höhen der oberen Schrägen und die Höhen der Seitenwände müssen gemessen werden, und aus diesen Werten müssen die Höhen der unteren Schräge nach 7.4 berechnet werden.

In Anhang A wird die Unsicherheit angegeben, die bei manuellen Verfahren zum Messen von Membrantanks auftreten.

7.2 Messung der Tanklänge

7.2.1 Längenmessung an der untersten Ebene

Die Abstände zwischen vorderem und achterem Schott werden an allen auf der untersten Ebene markierten Längslinien mit einem Messband gemessen, das beim Messvorgang gestrafft wird. Die mittlere Länge an der untersten Ebene wird nach Gleichung (1) berechnet:

$$L_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_{1,i} \quad (1)$$

Dabei ist

- $L_{1,i}$ die Länge einer Längslinie an der untersten Ebene;
- L_1 die mittlere Länge der untersten Ebene;
- n die Anzahl der Längslinien an der untersten Ebene.

7.2.2 Längenmessung an der obersten Ebene

Bei der Messung von Entfernungen an der obersten Ebene wird ähnlich vorgegangen wie bei der Messung an der untersten Ebene (siehe 7.2.1). Dabei ist darauf zu achten, dass das Messband die oberste Ebene berührt. Die mittlere Länge an der obersten Ebene wird nach Gleichung (2) berechnet:

$$L_u = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_{u,i} \quad (2)$$

Dabei ist

$L_{u,i}$ die Länge einer Längslinie an der obersten Ebene;

L_u die mittlere Länge der obersten Ebene;

n die Anzahl der Längslinien an der obersten Ebene.

7.2.3 Längenmessung an einer horizontalen Zwischenebene

Damit ungenaue Messungen, etwa bei einem Durchhängen des Messbandes, vermieden werden, wird das horizontale Referenzlinienverfahren mit Hilfe einer Schnur angewendet

Wie Bild 1 zeigt, können die Längen in diesen imaginären Ebenen ermittelt werden, indem die direkt an der Seitenwand gemessene Länge an beiden Enden mit den Versätzen $a_2, a_3 \dots a_{n-1}$ und $b_2, b_3 \dots b_{n-1}$ korrigiert wird. In der Praxis ist folgendermaßen vorzugehen:

- Mit gleichem Abstand von den Wänden an den jeweiligen Enden werden P_1 und P_2 , S_1 und S_2 auf den beiden Seitenwänden markiert. Anschließend werden die Längen (L_p , L_s) zwischen vorderem und achterem Schott mit einem Messband gemessen, das an beiden Seitenwänden so entlang gezogen wird, dass die Wände das Band stützen, damit es nicht durchhängt.
- Zwischen den gegenüber liegenden Punkten P_1 und S_1 , P_2 und S_2 wird eine Schnur gespannt und der Messwertversatz zwischen den Schnüren und den jeweiligen Endwänden ($a_1, a_2 \dots a_n$ und $b_1, b_2 \dots b_n$) mit einem Messstab gemessen.
- Beim Messen dieser Messwertversätze ist darauf zu achten, dass der Messstab im rechten Winkel zur Schnur angelegt wird.

Für eine horizontale Zwischenebene wird die mittlere Länge $L_{m,p}$ nach Gleichung (3) berechnet:

$$L_{m,p} = \frac{L_p + L_s - (a_1 + a_n + b_1 + b_n)}{2} + \frac{\sum_{i=1}^n (a_i + b_i)}{n} \quad (3)$$

Für das Zwischenteil wird die mittlere Länge L_m nach Gleichung (4) berechnet:

$$L_m = \frac{1}{p-2} \sum_{j=2}^{p-1} L_{m,p} \quad (4)$$

Dabei ist

p die Anzahl der Zwischenebenen.



- ### Bild 1 — Grundriss einer horizontalen Zwischenebene

Die Länge des Tanks L wird aus L_u , L_m und L_l berechnet:

Sollte es die Tankform erforderlich machen, darf als Alternative eine andere Gleichung mit gleicher oder besserer Genauigkeit verwendet werden.