



Weisungen zu der Verordnung des EJPD über Längenmessmittel

vom 30. November 2020 (Stand am 1. Januar 2022)

Diese Weisungen stützen sich auf Artikel 14 Absatz 2 Buchstabe a der Verordnung vom 7. Dezember 2012 über die Zuständigkeiten im Messwesen (ZMessV; SR 941.206). Sie sind für die Vollzugsorgane des Messgesetzes vom 17. Juni 2011 (MessG; SR 941.20) verbindlich.

Die Weisungen beziehen sich auf die Verordnung des EJPD vom 19. März 2006 über Längenmessmittel (LMmV; SR 941.201).

1. Abschnitt: Allgemeine Bestimmungen

Art. 1 Gegenstand

Keine Weisungen.

Art. 2 Geltungsbereich

Keine Weisungen.

Art. 3 Begriffe

Keine Weisungen.

Art. 4 Referenzbedingungen

Keine Weisungen.

2. Abschnitt: Verkörperte Längenmasse

Art. 5 Grundlegende Anforderungen

Keine Weisungen.

Art. 6 Verfahren für das Inverkehrbringen

Keine Weisungen.

3. Abschnitt: Längenmessmaschinen und mehrdimensionale Messmittel

Art. 7 Grundlegende Anforderungen

Keine Weisungen.

Art. 8 Verfahren für das Inverkehrbringen

Keine Weisungen.

Art. 9 Verfahren zur Erhaltung der Messbeständigkeit

Für die Nacheichung von Längenmessmaschinen vgl. Anhang 1.

Für die Nacheichung von mehrdimensionalen Messmitteln vgl. Anhang 2.

4. Abschnitt: Messkluppen

Art. 10 Grundlegende Anforderungen

Keine Weisungen.

Art. 11 Verfahren für das Inverkehrbringen

Keine Weisungen.

Art. 12 Verfahren zur Erhaltung der Messbeständigkeit

Keine Weisungen.

5. Abschnitt: Rundholzmessanlagen

Art. 13 Grundlegende Anforderungen

Keine Weisungen.

Art. 14 Verfahren für das Inverkehrbringen

Für die Ersteichung von Rundholzmessanlagen vgl. Anhang 3.

Art. 15 Verfahren zur Erhaltung der Messbeständigkeit

Für die Nacheichung von Rundholzmessanlagen vgl. Anhang 3.

6. Abschnitt: Füllstandsmessmittel für stationäre Tanks

Art. 16 Grundlegende Anforderungen

Keine Weisungen.

Art. 17 Verfahren für das Inverkehrbringen

Für die Ersteichung von Füllstandsmessmitteln für stationäre Tanks vgl. Anhang 4.

Art. 18 Verfahren zur Erhaltung der Messbeständigkeit

Für die Nacheichung von Füllstandsmessmitteln für stationäre Tanks vgl. Anhang 4.

6a. Abschnitt: Füllstandsmessmittel für Strassentankwagen

Art. 18a Grundlegende Anforderungen

Keine Weisungen.

Art. 18b Verfahren für das Inverkehrbringen

Für die Ersteichung von Füllstandsmessmitteln für Strassentankwagen vgl. Anhang 5.

Art. 18c Verfahren zur Erhaltung der Messbeständigkeit

Für die Nacheichung von Füllstandsmessmitteln für Strassentankwagen vgl. Anhang 5.

7. Abschnitt: Profilmessanlagen für Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen

Art. 19 Grundlegende Anforderungen

Keine Weisungen.

Art. 20 Verfahren für das Inverkehrbringen

Für die Ersteichung von Profilmessanlagen für Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen vgl. Anhang 6.

Art. 21 Verfahren zur Erhaltung der Messbeständigkeit

Für die Nacheichung von Profilmessanlagen für Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen vgl. Anhang 6.

8. Abschnitt: Pflichten der Verwenderin

Art. 22

Keine Weisungen.

9. Abschnitt: Fehlergrenzen bei Kontrollen

Art. 23

Keine Weisungen.

10. Abschnitt: Schlussbestimmungen

Art. 24 Aufhebung bisherigen Rechts

Keine Weisungen.

Art. 25 Übergangsbestimmungen

Keine Weisungen.

Art. 26 Inkrafttreten

Keine Weisungen.

Diese Weisungen treten am 1. Januar 2021 in Kraft.

Sie werden auf der Website des METAS publiziert.

Wabern, 30. November 2020

Eidgenössisches Institut für Metrologie METAS

Dr. Philippe Richard
Direktor

Die vorliegenden Weisungen werden in der Regel jährlich überprüft und nötigenfalls durch Beschluss der Geschäftsleitung des METAS geändert. In der folgenden Tabelle sind für alle Änderungen die Daten des Beschlusses und des Inkrafttretens aufgeführt. Der letzte in der Tabelle aufgeführte Beschluss entspricht dem vorliegenden Dokument.

Beschluss der Änderungen	Inkrafttreten der Änderungen
22. November 2021	1. Januar 2022

Anhang 1

Nacheichung von Längenmessmaschinen (Art. 9 LMmV)

1. Formelle Überprüfungen

Bei der Nacheichung ist zu prüfen, ob die Messanlage mit der Beschreibung in der Zulassung, der Konformitätserklärung oder dem Bauartprüfzertifikat übereinstimmt.

2. Nacheichung von Längenmessmaschinen

Um eine Nacheichung durchzuführen, ist ein häufig verwendetes Messgut als Prüfling zu verwenden und auf eine Länge zwischen 10 und 20 m abzuschneiden. Klare Markierungen (mit einem Klebeband oder einem Filzstift) sind auf diesem Prüfling anzubringen. Die auf dem Prüfling markierte Länge wird durch mehrere Messungen mit einem kalibrierten und auf nationale Normale zurückgeführten Messband der Klasse I oder II ermittelt. Aus den Messungen wird die mittlere Länge des Prüflings bestimmt. Danach sind an dem Prüfling drei Messungen mit der Längenmessmaschine unter normalen Betriebsbedingungen durchzuführen. Diese Messungen sind mit der Anzeige der Längenmessmaschine zu vergleichen und zu protokollieren.

Die Längenmessmaschinen müssen gewährleisten, dass das Messgut entsprechend der vorgesehenen Dehnbarkeit, für die die Längenmessmaschine ausgelegt ist, ungedehnt vermessen wird.

Anhang 2

Nacheichung von mehrdimensionalen Messmitteln (Art. 9 LMmV)

1. Formelle Überprüfungen

Bei der Nacheichung ist zu prüfen, ob die Messanlage mit der Beschreibung in der Zulassung, der Konformitätserklärung oder dem Bauartprüfzertifikat übereinstimmt.

2. Nacheichung von mehrdimensionalen Messmitteln

Für die Prüfung muss mindestens ein kalibrierter und auf nationale Normale zurückgeführter Normalkörper (Quader) mit ebenen Flächen verwendet werden.

Der Prüfkörper wird in insgesamt 12 Lagen gemessen, nämlich auf der grössten, mittleren und kleinsten Seitenfläche aufliegend in jeweils 4 um 45 ° gedrehten Lagen. Die gemessenen Längen (L, B, H) und das Volumen werden protokolliert und mit den Sollmassen verglichen.

Zur Sicherstellung der korrekten Anzeige der Fehlermeldungen ist bei der Nacheichung darauf zu achten, dass bei Überschreiten des maximal oder Unterschreiten des minimal zugelassenen Messvolumens auf der Anzeige eine Fehlermeldung erscheint. Ist dies nicht der Fall, muss die Einschränkung des Messbereichs auf dem Typenschild oder an anderer Stelle gut sichtbar angegeben sein.

Wenn im Tisch eine Waage eingebaut ist, muss sich der Messbereich des mehrdimensionalen Messmittels auf die Grösse des Rollbahnbereichs der Waage beschränken. Ansonsten könnte es sein, dass das Messgut auf dem starren Rahmen aufliegt.

Anhang 3

Eichung von Rundholzmessanlagen (Art. 14 und 15 LMmV)

Das Vorgehen ist bei der Ersteichung und der Nacheichung von Rundholzmessanlagen dasselbe.

1. Anforderungen an Referenzmessmittel

- Kalibrierter Messschieber mit einem Messbereich bis mindestens 500 mm mit einer erweiterten Messunsicherheit $U = 0,04$ mm.
- Kalibriertes Normalmessband mit mm Teilung und einer Teilungslänge von mindestens 25 m mit einer erweiterten Messunsicherheit $U = 0,33$ mm.
- Kalibrierte Messkluppe zur Bestimmung des Durchmessers der Stämme.
- Prüfkörper: 4 zylindrische Scheiben aus Kunststoff oder Hartpapier mit nominellen Durchmessern von 100 mm, 200 mm, 300 mm, 450 mm.
- Baumstämme: 6 Stämme mit Längen die den verwendeten Messbereich abdecken.

2. Vorbereitende Messungen

2.1. Prüfkörper

Die Prüfkörper sind vorgängig zur Eichung auszumessen oder es liegen zuverlässige und gültige Resultate einer Kalibrierung vor.

Der Durchmesser der Prüfkörper ist in 3 Positionen je in der Mitte und an den Enden mit dem Messschieber zu messen. Jeder Durchmesser ist in ca. 6 Richtungen regelmässig über den Umfang verteilt zu messen. Für die Prüfung der Durchmessermeßeinrichtung ist der arithmetische Mittelwert zu verwenden.

2.2. Stämme

Die Messungen der durch den Verwender zur Verfügung gestellten Stämme sind unmittelbar vor der Eichung der Rundholzmessanlage durchzuführen.

Die Längen der vorbereiteten Stämme sind an mehreren regelmässig über den Umfang verteilten Stellen zu messen. Es ist zudem die Rechtwinkligkeit der Schnittflächen zur Stammachse zu kontrollieren. Zur Überprüfung der Funktionstüchtigkeit der Messanlage werden ebenfalls die Durchmesser der Stämme mit Hilfe des Messschiebers oder einer kalibrierten Messkluppe gemessen, und zwar mindestens je zwei gekreuzte Durchmesser nahe an den Enden und in der Mitte der Stämme.

3. Formelle Überprüfungen

Die formellen Überprüfungen beinhalten:

- Die Überprüfung auf Übereinstimmung mit der jeweiligen Zulassung, insbesondere mit den darin festgelegten besonderen Bestimmungen hinsichtlich von Aufschriften auf dem Typenschild, Einzelstammprotokollen und den Verwendungsbestimmungen.
- Die visuelle Überprüfung des mechanischen Aufbaus der Förder- und Bearbeitungseinrichtungen (allgemeiner Zustand, Defekte).
- Die Überprüfung der in der jeweiligen Zulassung vorgeschriebenen Stempel- und Sicherungsstellen. Diese Überprüfung darf bei der Verwendung einer Laserlichtquelle jedoch nur bei abgeschaltetem Laser erfolgen.

4. Messtechnische Prüfung und Messdatenermittlung

Die Überprüfung der Durchmessermeßeinrichtung wird mit den Prüfkörpern durchgeführt. Zur Messung werden die Scheiben mittels eines eigens eingerichteten Anschlags parallel zur Messebene von Hand innerhalb des Messbereichs positioniert.

Es werden total 20 Messungen pro Prüfkörper durchgeführt, 10 in der Mitte des Messbereiches auf verschiedenen Höhen und je 5 links und rechts des Messbereiches auf verschiedenen Höhen. Die Messwerte werden in einem Messprotokoll notiert.

Die Überprüfung der Längenmesseinrichtung erfolgt mit mindestens 3 ausgemessenen Stämmen verschiedener Länge und Durchmesser. Mit jedem Stamm sind mindestens 2 Messungen durchzuführen. Die Messanlage wird sowohl die Stammlänge als auch den Durchmesser und das Stammvolumen ermitteln.

Die von der Anlage erstellten Protokolle sind zu archivieren. Gegebenenfalls sind auch Ausdrücke von den Anlagenparametern zu archivieren.

5. Prüfsummen

Es ist zu kontrollieren, ob die auf dem Typenschild angegebenen Prüfsummen für Programm, Parameter und Länge mit den auf dem Messprotokoll ausgewiesenen Prüfsummen übereinstimmen.

Anhang 4

Eichung von Füllstandsmessmitteln für stationäre Tanks (Art. 17 und 18 LMmV)

1. Begriffe

Messtisch:	Der Messtisch ist der untere Bezugspunkt in einem Tank zur Lagerung von Flüssigkeiten. Im Dach des Tanks, lotrecht über dem Messtisch muss eine Öffnung (Peilstutzen) vorgesehen sein um die Messmittel in den Tank ab zu lassen.
Sumpf:	Volumen zwischen Tankboden und Messtisch.
Tankkragen:	Oberer Abschluss der Behälterwand eines Lagertanks. Auf Höhe des Tankkragens beginnt eine allfällige feste Tankabdeckung.
Lufthöhe:	Die Lufthöhe ist der lotrechte Abstand des Flüssigkeitsspiegels zur Peilkante.
Füllhöhe:	Die Füllhöhe ist der lotrechte Abstand zwischen der unteren Bezugsebene (z. B. Messtisch) und dem Flüssigkeitsspiegel.
Anlegemass:	Das Anlegemass dient hauptsächlich der Messung der Lufthöhe zwischen Anlegekante im Peilstutzen und Flüssigkeitsoberfläche. Es ist die Differenz zwischen angelegtem Messwert des Tankmassbandes an der Anlegekante im Peilstutzen und abgelesenem Messwert der Benetzungsgrenze der Flüssigkeit an diesem Tankmassband.
Peiltabelle:	Tabelle mit Wertepaaren welche einer bestimmten Füllhöhe in Abhängigkeit der Geometrie des Messbehälters ein Flüssigkeitsniveau und somit ein Volumen zuordnet. Die Peiltabelle wird bei der Kalibrierung des Messbehälters erstellt.

2. Anforderungen an Referenzmessmittel

- Das als Referenzmittel verwendete Tankmassband muss hinreichend messbeständig sein und seine Länge muss für die Eichung geeignet sein. Es ist ein kalibriertes sowie rückgeführtes Tankmassband zu verwenden. Es dürfen sowohl Tankmassbänder mit Flüssigkeitserkennung wie auch solche ohne Flüssigkeitserkennung eingesetzt werden.
- Es kann ein Tankmassband mit integriertem Thermometer verwendet werden. In diesem Fall muss das Thermometer ebenfalls kalibriert und rückgeführt sein.
- Wird ein vom Tankmassband unabhängiges Thermometer verwendet, muss dieses kalibriert und rückgeführt sein.
- Die Genauigkeit des Temperaturmessmittels muss mindestens 0,1 °C betragen.

3. Durchführung der Erst- und Nacheichung von Füllstandsmessmitteln für stationäre Tanks

Bei Eichungen von Füllstandsmessmitteln für stationäre Tanks wird immer die aktuelle Füllhöhe der Flüssigkeit im Tank ermittelt und mit der Anzeige des Füllstandsmessmittels verglichen. Sind mehrere Anzeigen für ein Füllstandsmessmittel vorhanden, ist für Eichungen immer die Anzeige vor Ort zu verwenden.

3.1. Ersteichung

Die Ersteichung wird entweder mit einem analogen oder einem digitalen Tankmassband vorgenommen:

- Messung mit einem analogen Tankmassband.
In dieser Variante wird der ungefähre Füllstand bestimmt und das Tankmassband mit Öldetektionspaste auf der entsprechenden Länge beschichtet. Das Tankmassband wird dann auf den Messtisch abgesenkt und der Füllstand wird durch die Verfärbung der Paste bestimmt.
- Messung mit einem digitalen Tankmassband.
Bei diesem Verfahren wird zunächst die Lufthöhe und dann der Abstand zwischen der Referenzkante und dem Messtisch gemessen. Die Differenz zwischen den beiden Messungen ergibt dann den Füllstand.

Sowohl bei der Verwendung eines analogen als auch eines digitalen Tankmassbands wird jede Messung dreimal durchgeführt und der Mittelwert berechnet und mit der Anzeige verglichen.

Zusätzlich zum Füllstand werden die Thermometer, die eine Zusatzeinrichtung sind, überprüft. Entweder wird ein Thermometer direkt in das Tankmassband eingebaut oder die Temperatur muss mit einem zusätzlichen Thermometer ermittelt werden. Die Temperatur wird in zwei Höhen bestimmt. Einmal ca. 10 cm über dem Messtisch und einmal ca. 10 cm unter dem Flüssigkeitsvolumen. Auch diese Messung wird dreimal durchgeführt und dann wird der Mittelwert mit der Anzeige am Messgerät verglichen. Die Differenz zwischen der Referenz und der Anzeige darf ± 1 °C nicht überschreiten.

Die Tanktabelle wird nicht überprüft. Der Betreiber der Messgeräte muss sicherstellen, dass der Füllstand mit dem Volumen korrespondiert.

3.2. Nacheichung

Die Vorgehensweise ist die gleiche wie bei der Ersteichung, vgl. Ziffer 3.1. Die Thermometer werden aber bei der Nacheichung nicht überprüft.

Anhang 5

Eichung von Füllstandsmessmitteln für Strassentankwagen (Art. 18b und 18c LMmV)

1. Begriffe

Peilstab:	Der Peilstab ist der eigentliche Füllstandsaufnehmer. Er kann in verschiedenen konstruktiven Ausführungen vorliegen. Er dient der Ermittlung des Füllstandes einer Flüssigkeit im Transport-Messbehälter
Transport-Messbehälter:	Messbehälter der fest oder abnehmbar auf einem Fahrgestell montiert ist. Er kann in mehrere Kammern unterteilt sein.
Messkammer:	Abgeteiltes oder gesamtes Volumen eines Messbehälters, das so gestaltet ist, dass während der Benutzung keine mechanischen Einflüsse die Form oder das Volumen verändern können.
Neigungssensor:	Elektronischer Sensor zur Bestimmung der Neigung von Längs- und Querachse eines Behälters bezogen auf dessen Normallage.
Längsachse:	Bei Transport-Messbehältern ist die Längsachse die Symmetrieachse des Behälters parallel zur Fahrtrichtung in Bezug auf dessen Normallage. Ein positiver Pitchwinkel der Längsachse bedeutet, dass der zur Fahrtrichtung vorne gelegene Teil des Transport-Messbehälters angehoben ist.
Querachse:	Bei Transport-Messbehältern ist die Querachse die Achse des Behälters welche senkrecht zur Längsachse sowie zur Gravitationsachse in Bezug auf dessen Normallage liegt. Ein positiver Rollwinkel der Querachse bedeutet, dass der zur Fahrtrichtung rechts gelegene Teil des Transport-Messbehälters angehoben ist.
Normallage:	Bezugslage des Messbehälters bei welcher keine Neigung vorhanden ist. Sie ist die Basis für die Neigungskorrektur und bildet den Nullpunkt für den Neigungssensor.
Dämpfungsrohr:	Eine mechanische Vorrichtung in Form eines Rohres welches mit Durchbrüchen versehen ist und zur Unterbringung des Füllstandsaufnehmers dient. Es hat den Zweck den Sensor vor mechanischen Schäden zu schützen.
Schwallwand:	Flüssigkeitsdurchlässige Trennwand innerhalb einer Messkammer, welche den Einfluss von Schwapp-Bewegungen während der Fahrt verringert.
Vollschlauch:	Schlauchverbindung welche vor und nach jeder Transaktion mit flüssigem Produkt gefüllt ist

Leerschlauch:	Schlauchverbindung welche nur während einer Transaktion mit flüssigem Produkt gefüllt ist. Üblicherweise wird der Leerschlauch vor Beendigung der Transaktion vollständig entleert.
Peiltabelle:	Tabelle mit Wertepaaren welche einer bestimmten Füllhöhe in Abhängigkeit der Geometrie des Messbehälters ein Flüssigkeitsniveau und somit ein Volumen zuordnet. Die Peiltabelle wird bei der Kalibrierung des Messbehälters erstellt.
Rohrleitungsvolumen:	Das Volumen vom Bodenventil bis zur Trockenkupplung des Beladesystems. Dieses Volumen wird nach oder während der Beladung zum Tankinhalt dazugerechnet. Das Rohrleitungsvolumen wird vom Peilstab nicht erfasst, da es im Rohr bleibt.

2. Allgemeine Grundlagen

Ein Füllstandsmessmittel besteht aus Peilstab, Transport-Messbehälter und allen zur Messung des abgegebenen Volumens benötigten Komponenten inkl. Verrohrung. Um das Volumen bei 15 °C, ausgehend von der Dichte bei 15 °C, zu errechnen, werden die in der API-Tabelle 54B (ISO 91-1, 91-2: 1991) angegebenen Umrechnungsfaktoren oder die in „Annex C“ der OIML-Empfehlung R 80-1, respektive die in diesem Anhang unter Ziffer 6 angegebenen Formeln verwendet.

Bei Eichungen müssen die Anforderungen nach Artikel 18a der Verordnung überprüft werden.

Eichungen sind immer mit den für das Füllstandsmessmittel vorgesehenen oder verwendeten Flüssigkeiten durchzuführen.

Die Eichung von Füllstandsmessmitteln für Strassentankwagen erfolgt grundsätzlich immer nach dem gleichen Schema:

- I. Überprüfung der formellen Anforderungen
- II. Überprüfung der messtechnischen Anforderungen
- III. Sicherung des Messmittels

Die Prüfung der Füllstandsmessmittel erfolgt durch den Vergleich ihrer Anzeige mit der eines geeigneten Normals für die gleiche Flüssigkeitsmenge unter Berücksichtigung der erforderlichen Korrekturen. Die Messunsicherheiten der Normale werden grundsätzlich nicht berücksichtigt. Ergeben sich Zweifel darüber, ob die Fehlergrenze noch eingehalten oder bereits überschritten ist, so ist die Prüfung - gegebenenfalls mehrfach - zu wiederholen und vom Mittelwert auszugehen.

Das Füllstandsmessmittel ist auf seine Übereinstimmung mit den Anforderungen des Bauartprüfzertifikates oder der CH-Zulassung zu überprüfen. Zusätzlich sind bei den elektronischen Zusatzeinrichtungen die Programmversionen und gegebenenfalls Prüfsummen (Checksumme) zu kontrollieren.

Wenn es nicht anders gefordert ist, muss der Messbehälter immer in Normallage geprüft werden.

Generell ist jedes Füllstandsmessmittel einer Einzelprüfung zu unterziehen.

3. Anforderungen an Referenzmessmittel

3.1. Vergleichszähler

Vergleichszähler müssen hinreichend messbeständig sein. Es ist ein kalibrierter und rückgeführter Vergleichszähler zu verwenden. Vor einer Eichung ist für den Vergleichszähler eine Messabweichungskurve zu erstellen und der dabei ermittelte Fehler auf die

Messungen anzuwenden. Die Resultate der Messabweichungskurve sollen für mindestens 2 Jahre mit geeigneten Mitteln archiviert werden.

3.2. Messgefäss

Das Messgefäss muss hinreichend messbeständig sein und sein Nennvolumen muss für die Eichung geeignet sein. Es ist ein kalibriertes sowie rückgeführtes Messgefäss zu verwenden.

3.3. Waage

Es soll eine kalibrierte und rückgeführte Waage verwendet werden. Sie muss mindestens die folgende Anforderung erfüllen:

$$d \leq 2 \cdot 10^{-3} \cdot FG \cdot W$$

d *Teilungswert der Waage*

FG *Fehlergrenze als Zahlenwert gemäss Anhang 5a Ziffer 3.1 LMmV*

W *Erwarteter Wägewert der Prüfmenge*

3.4. Dichte des Messgutes

Die Dichte des Messgutes kann entweder aus der API- Tabelle 54B (ISO 91-1, 91-2: 1991) respektive mittels „Annex C“ der OIML-Empfehlung R 80-1 entnommen oder auf Grund einer repräsentativen Probe ermittelt werden. Wird die Dichte mittels einer Messeinrichtung ermittelt, darf diese Messung höchstens eine Fehlergrenze von 0.1 im Verhältnis zur Fehlergrenze des Prüflings aufweisen.

Die Anforderung an die Genauigkeit des Dichtemessmittels ist Tabelle 4 des Anhangs VII der Richtlinie 2014/32/EU (MID) zu entnehmen. Der Teilungswert d des verwendeten Messmittels muss der folgenden Tabelle entnommen werden:

Tabelle 1:

Messmittel	Teilungswert	Nennvolumen	Einschränkung
Pyknometer	$d \leq 10 \text{ mg}$	100 ml	Werkstoff: Glas oder Metall
Tauchkörper	$d \leq 10 \text{ mg}$	100 ml	
Messkolben	-	500 ml	Messabweichung muss bekannt sein. Nur in Kombination mit Waage.
Waage	$d \leq 0,1 \%$ der Masse des Nennvolumens des Messkolbens	-	Nur in Kombination mit Messkolben.

Aräometer	$d \leq 0,2$ kg/m^3	-	-
Hydrostatische Waage	$d \leq 5$ mg	-	-
Biegeschwinger	$d \leq 0,2$ kg/m^3	-	-

Werden bei der Dichtemessung Temperaturmessmittel oder Thermostaten eingesetzt, dürfen deren Anzeigen den Teilungswert von $0,1$ °C nicht überschreiten und müssen ausserdem den Anforderungen an Temperaturmessgeräte, wie in Ziffer 3.7 dieses Anhangs beschrieben, genügen.

3.5. Temperatur des Messgutes

Es ist ein hinreichend messbeständiges, kalibriertes und auf ein nationales Normal rückgeführtes Temperaturmessmittel zu verwenden. Für jede Messmenge ist die mittlere Temperatur des Messgutes möglichst in unmittelbarer Nähe des Zählers festzustellen. Der Teilungswert des Temperaturmessmittels darf höchstens ein Fünftel des absoluten Wertes aus Ziffer 3.2 von Anhang 5a der LMmV betragen.

4. Ersteichung von Füllstandsmessmitteln für Strassentankwagen

4.1. Allgemeines

Das Messverfahren für die Ersteichung ist unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Referenzmessmittel frei wählbar. Wird die Ersteichung mit einem Zähler durchgeführt, darf die Messabweichung der verwendeten Referenz nicht grösser als $\pm 0,1$ % betragen. Die Abweichung des Zählers ist mit einem Messgefäss zu bestimmen. Wird diese überschritten, muss die Ersteichung mit dem Messgefäss durchgeführt werden.

Für die Ersteichung ist die vom METAS zur Verfügung gestellte Checkliste für Ersteichungen auszufüllen.

4.2. Formelle Überprüfungen

4.2.1. Beschaffenheitsprüfung

Die Beschaffenheitsprüfung erstreckt sich auf das gesamte Füllstandsmessmittel. Sie umfasst die Überprüfung folgender Punkte:

Für den Messbehälter:

- Vorhandensein äusserer Beschädigungen. Besteht der Verdacht, dass eine Beschädigung einer Messkammer vorliegt, ist diese vom Verwender so zu reinigen, dass das Besichtigen der Messkammer von innen gefahrlos möglich ist.
- Übereinstimmung mit den Festlegungen des Bauartprüfzertifikates oder CH-Zulassung

Für die restlichen Komponenten des Füllstandsmessmittels:

- Identifizierung der eingebauten Komponenten.
- Vollständigkeit und Übereinstimmung der erforderlichen Bauartprüfzertifikate oder CH-Zulassungen mit dem Füllstandsmessmittel.

- Übereinstimmung der Version der verwendeten Software(-Module) sowie deren Signatur mit dem Bauartprüfzertifikat oder der CH-Zulassung inklusive der nachträglichen Änderungen.
- Vorhandensein der Peiltabellen und Neigungskorrekturen der Messkammern.
- korrekte Eingabe der eichtechnisch relevanten Parameter (z.B. Schwimmerkorrektur-werte, Produktdaten, usw.)
- Funktionsbereitschaft des Füllstandsmessmittels
- Vorhandensein der Messvorschriften
- Vorhandensein mechanischer Beschädigungen der Füllstandsmesssonden.
- Vorhandensein von Typenschild und Bedienungsanleitung.

Für eine Ersteichung ist die Beschaffenheitsprüfung zu protokollieren und zu archivieren.

4.2.2. Ausdruck der Transaktion und Parameterliste

Auf dem ausgedruckten Lieferschein für die Transaktion müssen folgende Angaben erscheinen:

- Die Identifikation der Transaktion
- Die spezifische Bezeichnung des Produkts
- Die vom Mengenumwerter (sofern vorhanden) auf Referenzbedingungen umgerechnete Abgabemenge
- Entweder die nicht umgewertete Abgabemenge oder die Flüssigkeitstemperatur bei der Abgabe
- Datum und Zeit
- Gelieferte Menge

Es sind zudem auf der Parameterliste folgende Angaben zu überprüfen:

- Sind die Eichfaktoren den richtigen Produkten zugeordnet?
- Stimmen die Dichten der jeweiligen Produkte?
- Sind die Ausdehnungskonstanten richtig eingegeben?
- Ist das Messmittel für nicht geeichte Produkte gesperrt?

Für eine Ersteichung ist die Transaktions- und Parameterliste zu protokollieren und archivieren.

4.3. Bestimmung der kleinsten Messmenge

Die kleinste Messmenge ist für jede Messkammer festzulegen, sofern dies im Bauartprüfzertifikat / CH-Zulassung der Füllstandsmessmittel und des Messbehälters nicht anders festgelegt ist.

- Sie ist jeweils auf volle 100 l zu runden.
- Sie darf 1/5 des jeweiligen Kammervolumens nicht überschreiten.
- Sie kann für die jeweilige Messkammer durch individuelle Berechnungen und Messungen reduziert werden und ergibt sich hierbei aus dem nachfolgenden Wert:
- Volumen, das einer Füllhöhendifferenz von 200 mm, gemessen in der Höhe des grössten Messkammerquerschnittes, entspricht; oder

- Volumen, dass aus der Volumendifferenz (Fertigungstoleranz) zwischen der tatsächlichen Tankgeometrie und den für die Berechnung der Neigungskorrekturtafel verwendeten Konstruktionsvorgaben (bzgl. Tankform, Ausrichtung und Position von Peilstab und Trennwänden) berechnet wurde. Hierzu wird die grösste im Rahmen der Neigungsmessungen ermittelte Volumendifferenz mit dem Wert 333 (entspricht dem Reziprok Wert von 0,3 %) multipliziert und auf volle 100 l aufgerundet.

Wird die kleinste Messmenge bestimmt, ist sie entweder im Rahmen der vom Hersteller durchzuführenden Behälterkalibrierung oder spätestens bei der Ersteichung festzulegen.

4.4. Prüfung mit Normal-Messgefäss

Vor der Prüfung wird die jeweilige Messkammer mit rund 90 % der zu prüfenden Flüssigkeit gefüllt. Jeder Abgabeschritt besteht aus einer Abgabe, bei der das Normal-Messgefäss aus der jeweiligen Messkammer befüllt wird. Ein Schritt soll rund 10 % bis 20 % des Kammervolumens betragen. Nach jeder Abgabe wird von der Anzeige des Füllstandsmesssystems Abgabetemperatur, Betriebs- und umgewertetes Volumen sowie vom Normal-Messgefäss das gemessene Normalvolumen abgelesen, dessen Temperatur bestimmt und dokumentiert. Anschliessend werden die Messabweichungen gemäss Ziffer 6 und 7 dieses Anhangs berechnet. Die Entleerung der Kammer erfolgt bis auf eine Restmenge von 200 l, die dann per Schwerkraft abgegeben und in der Regel gravimetrisch gemessen wird. Dazu wird das Prüfmedium gegebenenfalls schrittweise entnommen und die gesamte Restmenge mittels einer geeigneten Waage und einem Dichtemessgerät ermittelt. Auf die Überprüfung des umgewerteten Volumens der Restmenge darf in diesem Fall verzichtet werden. Zur Bewertung werden eine bis fünf Einzelmessungen so zusammengefasst, dass man Summenwerte im Bereich der kleinsten Abgabemenge (das 0,8- bis 1,2-fache) erhält. Die Fehlergrenze ist auf diese Summenwerte anzuwenden (siehe Ziffer 7 dieses Anhangs).

4.5. Prüfung mit Vergleichszähler

Vor der Prüfung wird die jeweilige Messkammer mit rund 90 % der zu prüfenden Flüssigkeit gefüllt. Die Abgabe erfolgt in Schritten von etwa 10 % des Kammerinhalts. Nach jeder Abgabe werden von der Anzeige des Füllstandsmesssystems Abgabetemperatur, Betriebs- und umgewertetes Volumen sowie das über den Vergleichszähler gemessene Normalvolumen abgelesen und dokumentiert. Anschliessend werden die Messabweichungen gemäss Ziffer 6 und 7 dieses Anhangs berechnet. Die Prüfung der Temperatur-Mengenbewertung und des Temperaturfühlers erfolgt parallel zur Prüfung der Fehlerkurve der entsprechenden Messkammer.

Zur Bewertung werden eine bis fünf Einzelmessungen so zusammengefasst, dass man Summenwerte im Bereich der kleinsten Abgabemenge (das 0,8- bis 1,2-fache) erhält. Die Fehlergrenze ist auf diese Summenwerte anzuwenden (siehe Ziffer 7 dieses Anhangs). Bei der Restentleerung der Kammer ist durch Drosselung des Durchflusses zu verhindern, dass Luft durch Strudel oder ähnliches angesaugt wird. Ist dies nicht zu garantieren oder wird durch die Drosselung des Durchflusses der Messbereich des Vergleichszählers unterschritten, muss die Restentleerung gravimetrisch erfolgen.

4.6. Prüfung mit gravimetrischem Verfahren

Vor der Prüfung wird die jeweilige Messkammer mit rund 90 % der zu prüfenden Flüssigkeit gefüllt. Die Abgabe erfolgt in Schritten von etwa 10 % des Kammerinhalts. Nach jeder Abgabe werden von der Anzeige des Füllstandsmesssystems Abgabetemperatur, Betriebs- und umgewertetes Volumen sowie das über die Waage gemessene Normalvolumen und dessen Temperatur abgelesen und dokumentiert. Kann die Prüfmenge jeweils nicht eingehalten werden, ist als Prüfmenge die kleinste Abgabemenge zu wählen. Eventuell müssen für die Peilstab Prüfung und die Restmengenentleerung verschiedene

Waagen zum Einsatz kommen, wobei jede den Anforderungen der Ziffer 3.3 dieses Anhangs genügen muss.

Es muss mit offenen Wiegebehältern gearbeitet werden.

4.7. Prüfung der Temperaturfühler

Der Temperaturfühler wird geeicht, in dem er mit einem Referenz-Temperaturfühler verglichen wird. Dazu wird während der Abgabe die Temperatur der abgegebenen Flüssigkeit möglichst nahe am eingebauten Thermometer gemessen. Es ist die mittlere Temperatur zu bestimmen. Dazu ist mindestens eine Messung zu Beginn und zu Ende der Abgabe durchzuführen und deren Mittelwert zu bilden.

Bemerkung: Vergleichsmessungen mit der Temperatur der Flüssigkeit im Tankwagen sollten nicht angewendet werden, da diese Vergleiche zu ungenau sind.

4.8. Prüfung der Rohrleitungsvolumina für Schwerkraftabgabe

Die Volumina der Rohrleitungen zwischen dem Bodenventil jeder Messkammer und den zugehörigen Übergabepunkten für Schwerkraftabgabe (z.B. pneumatisch betätigte API-Kupplung oder Durchgangsventil) sind als Eichparameter des Füllstandsmessmittels gespeichert und werden wie folgt geprüft:

Die Messkammer mit Rohrleitung werden mit mindestens 200 l Produkt befüllt. Nach ca. 5 min Wartezeit wird das Bodenventil geschlossen und die Rohrleitung per Schwerkraft über die Abgabeleitung entleert. Das Bodenventil muss während dieser Zeit geschlossen bleiben. Die entnommene Menge wird gravimetrisch oder volumetrisch bestimmt. Sie darf von dem eingegebenen Wert um nicht mehr als ± 1 l abweichen.

4.9. Prüfung der Abgabe über Kollektorleitung bei Füllstandsmessmitteln mit Gasabscheider oder Füllstandsaufnehmer für den Abschaltpunkt

Hierzu wird die zu prüfende Messkammer durch eine Abgabe von mind. 200 l über die Kollektorleitung bis zum Abschalten des Systems entleert (Vorlauf). Differenzen zur eingefüllten Menge sind hierbei möglich.

Bei der Prüfung wird über die anfänglich leere Kollektorleitung 50 % der eingefüllten Flüssigkeit bzw. maximal 1 000 Liter über Voll- oder Leerschlauch (entsprechend dem Vorlauf) in/über ein Normal abgegeben. Die Messabweichung ist zu dokumentieren. Anschliessend wird die Messkammer über die nun gefüllte Kollektorleitung bis zum Abschalten des Systems restentleert. Die Messabweichung ist zu dokumentieren. Die Fehlergrenze für diese Messabweichung beträgt $\pm 0,5$ % der Messmenge.

4.10. Prüfung der Abgabe über Kollektorleitung bei Füllstandsmessmitteln mit Füllstandsaufnehmer für das Rohrleitungssystem

Hierzu ist die Messkammer durch eine Abgabe von mind. 200 l über die Kollektorleitung bis zum Abschalten des Systems zu entleeren (Vorlauf). Differenzen zur eingefüllten Menge sind hierbei möglich. Im Anschluss ist die so entleerte Messkammer mit der kleinsten Messmenge der jeweiligen Messkammer, jedoch mit nicht mehr als 1 000 l, zusätzlich 50 % des Rohrleitungsvolumens (bei Füllung mit 1 000 l ca. 25 l) mit Prüfmedium zu füllen.

Bei der Prüfung wird über die anfänglich leere Kollektorleitung das eingefüllte Prüfmedium (ohne die 50 % des Rohrleitungsvolumens) über Voll- oder Leerschlauch (entsprechend dem Vorlauf) in/über ein Normal abgegeben. Die Messabweichung ist zu dokumentieren.

Die Messkammer wird wiederum mit etwa der kleinsten Messmenge der jeweiligen Messkammer, jedoch mit nicht mehr als ca. 1 000 l befüllt. Hierbei ist zu berücksichtigen,

dass sich noch Volumen in der Kollektorleitung befindet. Die eingefüllte Menge ist also so zu bemessen, dass die Restentleerung der Tankkammer und der halb gefüllten Rohrleitungen bis zum Abschaltpunkt möglich ist.

Die so gefüllte Messkammer wird einschliesslich der halb gefüllten Rohrleitung in/über ein Normal bis zur Abschaltung restentleert. Die Messabweichung ist zu dokumentieren. Die Fehlergrenze für diese Messabweichungen beträgt $\pm 0,5\%$ der kleinsten Messmenge der jeweiligen Messkammer.

4.11. Prüfung der Neigungskorrektur

Für die Prüfung wird die jeweilige Peilung in Schräglage mit der Peilung in Normallage verglichen. Der Unterschied darf nicht grösser als die Fehlergrenze angewendet auf die Normallage sein.

Messung in Normallage (im Bereich von $\pm 0,2^\circ$ in Längs- und Querrichtung): Nach einer Wartezeit von ca. 5 min werden die Füllvolumina aller Kammern abgelesen und dokumentiert. Sie stellen die Bezugswerte für die nachfolgenden Prüfungen in Schräglagen dar. Die Prüfung soll bei 30 – 70 % Füllstand durchgeführt werden.

Danach wird der Tank nacheinander in folgende Positionen gebracht:

- In Längsrichtung um $+ 2^\circ$ bis $+ 3^\circ$ geneigt („vorne oben“)
- In Längsrichtung um $- 2^\circ$ bis $- 3^\circ$ geneigt („hinten oben“)
- In Querrichtung um $+ 2,5^\circ$ bis $+ 5^\circ$ geneigt („rechts oben“)
- In Querrichtung um $- 2,5^\circ$ bis $- 5^\circ$ geneigt („links oben“)

Dabei darf die Neigung in der jeweils nicht betrachteten Richtung nicht grösser sein als $\pm 0,5^\circ$. Nach einer Wartezeit von ca. 5 min werden die Füllvolumina aller Kammern abgelesen und dokumentiert.

Es soll in einer Richtung überprüft werden ob die automatische Abschaltung funktioniert in dem der Tank über die maximale Neigung hinausgehoben wird. In dieser Position darf keine Abgabe mehr möglich sein.

Ausserdem soll überprüft werden, ob die Messanlage bei der Schrägstellung die Meldung anzeigt, dass in dieser Position die Kammer nicht vollständig entleert werden kann.

5. Nacheichung von Füllstandsmessmitteln für Strassentankwagen

5.1. Formelle Überprüfungen

Die formellen Überprüfungen gemäss Ziffer 4.2 dieses Anhangs sind auch für die Nacheichung durchzuführen. Die Resultate müssen nicht archiviert werden.

5.2. Prüfung des Füllstandsmessmittels

Aus der zu prüfenden Messkammer werden Messungen im oberen (ca. 90 % Füllgrad), mittleren (ca. 50 % Füllgrad) und unteren (Restentleerung) Kammerbereich durchgeführt. Hierbei wird je Füllgrad eine Messung durchgeführt und die Messwerte der zu prüfenden Kammer mit denen des Normals verglichen. Dabei darf die Fehlergrenze auf jeden einzelnen Messwert angewendet werden.

Die festgestellte Messabweichung darf nicht mehr als $\pm 0,5$ % der Messmenge betragen. Wird diese Fehlergrenze überschritten, ist die Prüfmenge sukzessive auf die kleinste Messmenge der Kammer zu erhöhen. Dazu werden weitere Messungen solange durchgeführt, bis das Prüfvolumen etwa der kleinsten Messmenge entspricht (0,8 – 1,2 faches). Wird dieses Verfahren angewendet, müssen die Einzelwerte summiert werden wie in Ziffer 7 dieses Anhangs beschrieben.

Wird die Prüfung gravimetrisch oder mit einem Zähler durchgeführt, sollen die Prüfmengen der kleinsten Abgabemenge entsprechen. Die Fehlergrenzen können dabei auf die Einzelwerte angewendet werden.

5.3. Überprüfung der Rohrleitungsvolumina bei Füllstandsmessmitteln mit Kollektorleitung

5.3.1. Ordentliche Überprüfung

Die Messkammer wird mit der kleinsten Messmenge, jedoch mit nicht mehr als 1 000 l zuzüglich einer entsprechenden Vorlaufmenge befüllt (Beispiel: Bei 1 000 l Füllung sollte die Vorlaufmenge ca. 200 l betragen. Es werden daher ca. 1 200 l eingefüllt).

Nach einem Vorlauf (im Beispiel 200 l), bei dem das Rohrleitungssystem gefüllt wird, kann mit der eigentlichen Prüfung begonnen werden. Hierzu ist die Kammer mit dem gefüllten Leitungssystem bis zum Abschalten des Systems zu entleeren (Restentleerung). Die Messabweichung ist zu dokumentieren. Die Fehlergrenze für diese Messabweichung beträgt $\pm 0,5\%$ der kleinsten Messmenge der jeweiligen Messkammer.

5.3.2. Vereinfachte Überprüfung

Wenn an den Rohrleitungen seit der Bestimmung derer Volumina keine Änderungen vorgenommen wurden, darf für die Überprüfung der Rohrleitungsvolumina alternativ auch nur auf eine Funktionsprüfung der Flüssigkeitssensoren abgestellt werden. Dafür muss die Messanlage bei der Entleerung die folgenden Zustände korrekt anzeigen:

- Produkt im Bereich des Peilstabs
- Produkt im Restmengenbereich
- Kammer leer

Die Messanlage muss die Zustände sequenziell anzeigen. Zudem muss das Rohrleitungsvolumen zum Kammervolumen dazugezählt worden sein, damit die Überprüfung der Rohrleitungsvolumina als bestanden angesehen werden kann. Wenn die Sensoren nicht korrekt funktionieren oder Zweifel an der Unversehrtheit der Rohrleitungen besteht, muss zwingend das ordentliche Verfahren zur Überprüfung der Rohrleitungsvolumina gemäss Ziffer 5.3.1 angewendet werden.

5.4. Prüfung der Neigungskorrektur

Die Prüfung der Neigungskorrektur wird wie unter Ziffer 4.11 dieses Anhangs beschrieben durchgeführt, wobei jeweils nur eine Prüfung pro Richtung durchgeführt werden und die automatische Abschaltung nicht überprüft werden muss.

5.5. Erneute Erstellung einer Peiltabelle für eine Messkammer (Kalibrierung einer Messkammer z.B. nach Reparatur am Behälter)

Nach der Erstellung einer neuen Peil- oder Neigungstabelle für eine oder mehrere Tankkammern ist die Eichgültigkeit für das gesamte Messsystem erloschen. Bei der darauffolgenden Eichung sind alle neu kalibrierten Messkammern entsprechend der Ersteichung zu prüfen. Von der erneuten Überprüfung der Rohrleitungsvolumina kann abgesehen werden, wenn diese nicht geändert wurden. Die Kammern, für die keine neuen Peiltabellen erstellt wurden, brauchen als Folge der Instandsetzung nicht vorzeitig nachge Eichung zu werden. Wurde die Instandsetzung im Rahmen einer Nacheichung durchgeführt, so werden die instandgesetzten Kammern entsprechend der Ersteichung und die übrigen Kammern entsprechend der Nacheichung geeicht.

6. Berechnungen für die Eichung von Füllstandsmessmitteln für Strassentankwagen

6.1. Gravimetrisches Verfahren

Bei gegen die Atmosphäre offenen Waagebehältern ergibt sich die Masse der Messmenge m_N aus der Beziehung:

$$m_N = W \cdot \frac{1 - \frac{\rho_L}{\rho_G}}{1 - \frac{\rho_L}{\rho_P}}$$

m_N : Masse der Messmenge

W : Wägewert

ρ_L : Dichte der Luft, konventioneller Wert 1,2 kg/m³

ρ_G : Dichte des Werkstoffes der verwendeten Gewichtstücke, konventioneller Wägewert 8000 kg/m³

ρ_P : mittlere Dichte des Messgutes während des Messvorganges im Prüfling

Das Volumen $V_N = \frac{m_N}{\rho_P}$ wird unter Wiegebedingungen $\rho_L \neq 1,2 \text{ kg/m}^3$ und $\rho_G \neq 8000 \text{ kg/m}^3$ mit der folgenden Gleichung berechnet

$$V_N = \frac{\rho_G - \rho_L}{\rho_G \cdot (\rho_P - \rho_L)} \cdot W$$

Die vereinfachte Gleichung kann unter der Voraussetzung $\rho_L \cong 1,2 \text{ kg/m}^3$ und $\rho_G \cong 8000 \text{ kg/m}^3$ als Annäherung mit meist ausreichender Genauigkeit verwendet werden.

$$V_N = \frac{0,99985 \cdot W}{\rho_P - 1,2}$$

6.2. Volumenkorrektur

Die Messabweichung berechnet sich wie folgt:

$$f = \frac{V_A - V_{Neff}}{V_{Neff}} \cdot 100 \%$$

Dabei sind

f prozentuale Messabweichung

V_A Volumen der Anzeige

V_{Neff} Volumen des Normals

Bei der Prüfung mit einem Normal-Messgefäss müssen bei verschiedenen Druck oder Temperaturverhältnissen entsprechende Korrekturen des Volumens vorgenommen werden. Dabei können bei Bedarf auch einzelne Volumenänderungen vorgenommen werden:

$$V_{Neff} = V_N \cdot [1 + \beta_F \cdot (t_P - t_N) + \kappa_F \cdot (p_N - p_P) + 3\alpha \cdot (t_N - t_{N0}) + \kappa_N \cdot (p_N - p_0)]$$

V_{Neff} Korrigiertes Volumen des Normal-Messbehälters bezogen auf die Bedingungen im Prüfling

V_N Vom Normal-Messgefäss angezeigtes Volumen

Das Volumen des Normal ist von der Volumenänderung des Messgutes durch die Temperaturänderung zwischen Prüfling und Normal abhängig:

$$V_{\text{Neff}} = V_{\text{N}} \cdot (1 + \beta_{\text{F}} \cdot (t_{\text{P}} - t_{\text{N}}))$$

β_{F} Volumenänderungsfaktor der Flüssigkeit

t_{P} Mittlere Temperatur des Messgutes im Prüfling, gemessen in Messtasche

t_{N} Mittlere Temperatur des Messgutes im Normal-Messgefäß, gemessen im Normal

Volumenänderung des Messgutes aufgrund eines Druckunterschiedes im Volumenzähler und Normal:

$$V_{\text{Neff}} = V_{\text{N}} \cdot (1 + \kappa_{\text{F}} \cdot (p_{\text{N}} - p_{\text{P}}))$$

κ_{F} Kompressibilitätsfaktor des Messgutes

p_{N} Druck im Normal-Messgefäß

p_{P} Druck im Prüfling während des Messvorganges

Volumenänderung des Normal aufgrund einer Temperaturänderung bezüglich der Referenztemperatur.

$$V_{\text{Neff}} = V_{\text{N}} \cdot (1 + 3\alpha \cdot (t_{\text{N}} - t_{\text{N0}}))$$

α Thermischer Längenausdehnungskoeffizient

t_{N} Mittlere Temperatur des Messgutes, gemessen im Normal

t_{N0} Referenztemperatur des Normal

Volumenänderung des Normal aufgrund einer Druckänderung bezüglich des Referenzdruckes:

$$V_{\text{Neff}} = V_{\text{N}} \cdot (1 + \kappa_{\text{N}} \cdot (p_{\text{N}} - p_0))$$

κ_{N} : Volumen-Druckdehnungsfaktor des Normal

p_{N} : Druck im Normal

p_0 : Referenzdruck

6.3. Berechnung der Abweichung des Temperaturmengenumwerterers

Um die vom Temperaturmengenumwerter (TMU), bezogen auf das Basisvolumen, verursachte prozentuale Messabweichung zu bestimmen, ist die folgende Formel anzuwenden:

$$f_{\text{TMU}} = \frac{V_{0A} - V_{0F}}{V_{0F}} \cdot 100 \% \quad \text{mit} \quad V_{0F} = V_t \cdot \frac{\rho_t}{\rho_0}$$

Um die Abweichung für das gesamte Füllstandsmessmittel zu bestimmen muss die Restabweichung gemäss nachfolgender Formel berechnet werden:

$$f_R = \frac{V_t - V_{\text{Neff}}}{V_{\text{Neff}}} \cdot 100 \%$$

Anschliessend berechnet sich die Abweichung für das Füllstandsmessmittel wie folgt:

$$f_{\text{MA}} = f_{\text{TMU}} + f_R$$

Dabei sind:

f_{TMU}	Prozentuale Messabweichung vom TMU bezogen auf das Volumen bei Basis Temperatur
f_R	Prozentuale Messabweichung der Messanlage ohne TMU
f_{MA}	Prozentuale Messabweichung der gesamten Messanlage
V_{0A}	Anzeige des Zählers für das Volumen des Messgutes im Basiszustand
V_{0F}	Bezogen auf den Basiszustand berechnetes Volumen des Messgutes
V_t	Volumen des Messgutes im Messzustand
ρ_t	Dichte des Messgutes bei Prüftemperatur
ρ_0	Dichte des Messgutes bei Basistemperatur
V_{Neff}	Korrigiertes Volumen des Normal-Messbehälters bezogen auf die Bedingungen im Prüfling

Die Werte für ρ_t und ρ_0 können der Dichtekurve des Messmittels entnommen werden.

Die Überprüfung der Abweichung des Thermometers folgt:

$$\Delta_t = t_{\text{TMU}} + t_P$$

Dabei sind:

t_{TMU}	Mittlere Temperatur des Messgutes gemessen vom Thermometer des Füllstandsmessmittels.
t_P	Mittlere Temperatur des Messgutes im Prüfling, gemessen in Messtasche

6.4. Berechnung des Fehlers des Gasmessverhüters

Der Fehler für den Gasmessverhüter f_G berechnet sich aus der Differenz der Messabweichung, welche bei der Messung mit Funktion des Gasmessverhüters f_L und der Messabweichung ohne Funktion des Gasmessverhüters f auftritt.

$$f_G = f_L - f$$

7. Berechnung der Messabweichung bei der Ersteichung von Füllstandsmessmitteln für Strassentankwagen

Das im Folgenden beschriebene Verfahren kann auch bei Nacheichungen angewendet werden, falls die Fehlergrenze eines Einzelwertes überschritten wurde.

Die Einzelmessungen bestehen aus Volumina von 1 000 Liter. Zur Beurteilung der Einhaltung der Fehlergrenzen werden eine bis fünf Einzelmessungen so zusammengefasst, dass Ihre Summe mindestens dem 0,8 bis 1,2-fachen der kleinsten Abgabemenge entspricht. Die Fehlergrenze wird auf diese Summe angewendet. Zum besseren Verständnis soll folgendes Beispiel dienen:

- Max. zulässiges Volumen der Messkammer: 15 000 l
- Kleinste Messmenge: 1/5 des zulässigen Volumens 3 000 l
- Nennvolumen Normal-Messgefäß: 1 000 l
- FG (Ersteichung) = $\pm 0,3 \%$: ± 9 l

Messung Nr.	Anzeige Peilstab	Anzeige Normal	Messabweichung		Messabweichung für die kleinste Messmenge (aus der Summe der Einzelmessungen)		
			absolut	relativ	Verwendete Messungen	absolut	relativ
	Liter	Liter	Liter	%		Liter	%
1	1 000	1 002,4	- 2,4	- 0,24			
2	1 001	1 000,2	0,8	0,08			
3	1 003	1 000,1	2,9	0,29	1+2+3	1,3	0,04
4	1 004	1 002,5	1,5	0,15	2+3+4	5,2	0,17
5	997	1 002,5	- 5,5	- 0,55	3+4+5	- 1,1	- 0,03
6	996	999,5	- 3,5	- 0,35	4+5+6	- 7,5	- 0,24
7	999	1 000,0	- 1,0	- 0,10	5+6+7	- 10,0	- 0,33

Es ist Folgendes zu beachten:

- Die ermittelte Messabweichung der Einzelmessung Nr. 5 beträgt $- 0,55 \%$, die Fehlergrenze für die kleinste Messmenge von $\pm 0,3 \%$ wird jedoch mit $- 0,03 \%$ eingehalten.
- Bei Messung 7 wird die Fehlergrenze für die kleinste Messmenge für die Ersteichung jedoch überschritten womit die Messkammer die Prüfung nicht besteht.
- Die Volumina sind als korrigierte (Temperatur und Druck) Volumina zu betrachten.

Anhang 6

Eichung von Profilmessanlagen für Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen (Art. 20 und 21 LMmV)

1. Erst- und Nacheichung

Das Verfahren für die Nacheichung ist die gleiche wie bei der Ersteichung.

Es ist jeweils ein kalibrierter und auf nationale Normale zurückgeführter Referenzrahmen als Referenzmessmittel zu verwenden.

1.1. Formelle Überprüfungen

Es ist zu überprüfen, ob die Profilmessanlage den Anforderungen der folgenden Dokumente entspricht:

- Zulassung der zu eichenden Anlage
- Technische Dokumentation des Herstellers für die Anlage

1.2. Zusätzliche Arbeitsmittel

- fahrbares Element mit Frontblende
- Gliedermeter
- optischer Entfernungsmesser mit Stativ
- Wasserwaage

1.3. Längenmessung

Aufbau des optischen Distanzmessgerätes auf das Stativ unter dem Scanner für die Längenmessung, Messhöhe: ca. 1,2 m. Ausrichtung des optischen Entfernungsmessers: horizontal mit Libelle, seitlich parallel zur Messrichtung. Kontrolle der Ausrichtung des Laserstrahls mit Gliedermeter oder anderem geeigneten Hilfsmittel.

Starten des Messprogrammes zur Ablesung der Längsposition.

Messung des Abstandes des Messwagens mit optischem Entfernungsmesser und mit dem Laserscanner der Profilmessanlage, ausgehend vom Profilportal bis 20 m in Intervallen von 2 m.

Die Resultate der Längenmessung sind zu protokollieren.

1.4. Profilmessung

Aufstellen des Referenzrahmens unter dem Portal

- Es ist zu beachten, dass die beiden Bolzen den Boden berühren
- Mit Stellschrauben in den Ecken ist das Gestell horizontal auszurichten (Libellen)
- Mit Hilfe einer Seilwinde oder einem Kran wird der Rahmen aufgestellt:
 - Der Rahmen wird mit Spannseilen abgespannt und gerichtet.
 - Mit Hilfe der Kurbel wird der Rahmen unter dem Profiler in die drei Messpositionen verschoben.
- Die Messwerte werden mit der Eichapplikation erfasst und in ein *.csv-File geschrieben

Die Daten aus dem *.csv-File werden in das Messprotokoll kopiert.

1.5. Auswertung

Aufgrund der in der Software erzeugten Grafiken wird beurteilt, ob die Eichfehlergrenzen eingehalten werden. Sowohl die Mittelwerte als auch die Unsicherheitsbalken müssen innerhalb der durch die roten Linien dargestellten Eichfehlergrenzen liegen.

1.6. Anbringen der Eichmarke

Genügt die Profilmessanlage für Fahrzeuge und Fahrzeugkombinationen den Anforderungen, wird die Eichung durch Anbringen der Eichmarke auf dem Steuerschrank und an geschützter Stelle unterhalb des LSVA-Kartenlesers bestätigt.

Abkürzungsverzeichnis

MessG	Bundesgesetz vom 17. Juni 2011 über das Messwesen (SR 941.20)
MessMV	Messmittelverordnung vom 15. Februar 2006 (SR 941.210)
ZMessV	Verordnung vom 7. Dezember 2012 über die Zuständigkeiten im Messwesen (SR 941.206)
LMmV	Verordnung des EJPD vom 19. März 2006 über Längenmessmittel (SR 941.201)
Richtlinie 2014/32/EU (MID)	Richtlinie 2014/32/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Messgeräten auf dem Markt (Neufassung)
EN	Europäische Norm
OIML	Internationale Organisation für das gesetzliche Messwesen
ISO	Internationale Organisation für Normungen
SR	Systematische Sammlung des Bundesrechts