

## Richtlinie E-10

### Technische Anforderungen an Eichstellen für Messanlagen

#### Einleitung

Diese Richtlinie beschreibt die Anforderungen für Eichstellen für MA für die dynamische und kontinuierliche Messung von Flüssigkeiten – außer Wasser (z.B. Zapfsäulen, Füllbühnen, Tankwagen, Schiffen, Flugfeldtankwägen, Fernleitungen sowie Messwerkzeuge). Sie dient auch den technischen Sachverständigen für die Begutachtung von Eichstellen. Die Richtlinie soll sicherstellen, dass für alle Eichstellen einheitliche Mindestanforderungen gelten, die auf Grund des Maß- und Eichgesetzes und der Eichstellenverordnung gestellt werden.

#### 1 Ort der Prüfung

Der Ort der Prüfung muss eine solche Umgebungstemperatur sicherstellen, dass der Einfluss der Umgebungstemperatur auf das Messergebnis in der Größe von  $< 1/10$  der Eichfehlergrenze der Prüflinge liegt.

Bei Prüfungen mittels eines Normalgerätes, welches auch von anderen Umgebungseinflüssen abhängig ist (Waage, ...), muss auch zusätzlich auf Wind, Vibrationen, Schwankungen, elektrische Einflüsse usw. geachtet werden

Ein Prüfraum muss so ausgelegt sein, dass eine Messung gemäß dieser Richtlinie durchgeführt werden kann. Dabei ist besonders auf die Be- und Entlüftung, ggf. Klimatisierung und die Belichtung zu achten.

Die Prüflinge müssen immer so aufgestellt werden, dass der Einfluss von Außen (Umgebungseinflüsse, Standplatz, ...) so gering wie möglich gehalten werden können.

1.1 Die Prüfung von stationären Messanlagen (z.B. Betriebsstoffmessanlagen, Füllbühnen,...) wird an deren Aufstellungsort durchgeführt.

1.2 Die Prüfung von Tankwagen (z.B. für Kraftstoffe, Flüssiggas, tiefkalte Luftgase, Lebensmittel, ...) kann außerhalb oder innerhalb von Gebäuden durchgeführt werden. Die Örtlichkeit muss für die Manipulation mit den genannten Messgütern geeignet sein (z.B. Explosionsschutz, Auffangwannen; zusätzlich bei Prüfräumen: Be- und Entlüftungseinrichtungen).



## 2 Messgüter

Da die messtechnischen Prüfungen mit jenem Messgut (mit jenen Messgütern) durchgeführt werden müssen, für welches (welche) der Prüfling im rechtsgeschäftlichen/amtlichen Verkehr vorgesehen ist, muss das Messgut mit der größten und mit kleinsten Viskosität aller zum zulässigen Bereich des Prüflings gehörenden Messgüter in der Prüfstation vorrätig sein. Bei Tankwagen darf das Messgut auch vom Tankwagen mitgebracht werden.

Die Einrichtung für die Vorrathaltung muss folgendes sicherstellen:

Die Vorratsmenge muss so groß sein, dass während eines Prüflaufes alle Rohrleitungen der Prüfeinrichtung vollständig gefüllt werden können, dass ggf. Beimischungen von Luft oder Gasen durch Leerwerden des Vorratstanks vermieden werden und, dass der Prüfling die erforderliche Höchstdurchflussstärke erreicht.

Des Weiteren muss die Menge des Messgutes mindestens so groß sein, dass das doppelte MMQ (kleinste zulässige Abgabemenge) erreicht werden kann;

bei Milch muss außerdem die Vorratsmenge so groß sein, dass:

- Die Konsistenz der Milch während der messtechnischen Prüfung im Wesentlichen gleich bleibt.
- Die Temperatur und die Viskosität des Messgutes müssen im zulässigen Temperaturbereich bzw. Viskositätsbereich der Prüfeinrichtung und des Prüflings liegen, bei Milch jedoch im Bereich zwischen 7 °C und 14 °C.
- Es muss eine hinreichend konstante Temperatur des Messgutes während der gesamten messtechnischen Prüfung gewährleistet sein.
- Wesentliche Vermischungen von unterschiedlichen Messgütern dürfen nicht auftreten.

**Eine Zurücknahme der Messgüter muss möglich sein.**

## 3 Prüfeinrichtungen

### 3.1 Zulässige Messunsicherheit

Hinsichtlich der zulässigen Messunsicherheit der in der Eichstelle verwendeten Prüfeinrichtungen (Normalgeräte wie Volumenmessbehälter, Masterzähler, Waagen, Dichtemessgeräte, Temperaturmessgeräte, Druckmessgeräte samt der für die Prüfung notwendigen Hilfseinrichtungen wie z.B. Rohrleitungen, Pumpen, Filter, Gasabscheider, Absperrrichtungen, Maßraumbegrenzungen) gilt prinzipiell, dass bei der eichtechnischen Prüfung die erweiterte Messunsicherheit  $U$  von Prüfmethode und Prüfeinrichtung insgesamt nicht mehr als 1/3 der Eichfehlergrenze betragen darf.

*Anmerkung:  $U$  bezeichnet die erweiterte Messunsicherheit. Sie entspricht der zweifachen Standardunsicherheit ( $k=2$ ), welche für eine Normalverteilung einen Grad des Vertrauens von etwa 95% bedeutet.*

Der Anteil der Prüfeinrichtungen an dieser Messunsicherheit wird mit  $< 1/5$  der Eichfehlergrenze festgesetzt. Werden von der Eichstelle die im Folgenden genannten Bestimmungen des Leitfadens bezüglich der Hilfseinrichtungen eingehalten, so ist der Beitrag der Hilfseinrichtungen zur Messunsicherheit vernachlässigbar, und die genannte erweiterte Messunsicherheit  $U$  ( $k=2$ ) (von  $< 1/5$  der Eichfehlergrenze) darf zur Gänze von den Normalgeräten in Anspruch genommen werden. Die festgelegten Prüfverfahren müssen so sein, dass die Messunsicherheit  $U$  ( $k=2$ ) für die Normalgeräte und das Prüfverfahren  $< 1/3$  der Eichfehlergrenze der Prüflinge ist.

### 3.2 Verwendung der Normalgeräte

Es muss sichergestellt sein, dass das Normalgerät

- die erweiterte Messunsicherheit  $U$  ( $k=2$ )  $< 1/5$  der Eichfehlergrenze des Prüflings einhält,

*Anmerkung: Zeigt die Prüfeinrichtung eine Masse/ ein Volumen an und muss (zum Vergleich mit der Volumenanzeige/ mit der Massenanzeige des Prüflings) auf Volumen/ Masse umgerechnet werden, dann muss zusätzlich zur Messunsicherheit des Massennormal/ des Volumennormal die Messunsicherheit des Dichtenormal berücksichtigt werden (siehe Punkt 3.3.4), so dass die Summe der Unsicherheiten der beiden Normalgeräte  $\leq 1/5$  der Eichfehlergrenze des Prüflings ist.*

- gemäß seinen Betriebsbedingungen verwendet wird (z.B. Durchflussbereich, kleinste und größte Messmenge, Art der Flüssigkeit, Temperaturbereich, Druckbereich),
- für die Durchführung der messtechnischen Prüfung geeignet ist;

*Anmerkung:*

*Die messtechnischen Prüfungen können sich nicht nur auf die Bestimmung der Fehlerkurve des Zählers erstrecken, sondern auch andere Prüfungen umfassen z.B. Prüfung der Einrichtungen zur Verhinderung des Mitmessens von Gas und Luft, für die bestimmte Normalgeräte wie Masterzähler nicht geeignet sind. Insbesondere bei Straßentankwagen muss die genannte Einrichtung bei der Eichung geprüft werden können (Restmengenprüfung);*

- innerhalb des Zeitraumes oder der Abgabemenge verwendet wird, die im QM-System angegeben ist,
- hinsichtlich der ggf. vorgeschriebenen Stempelung unverletzt ist,
- keine sichtbaren Beschädigungen (die nicht im Kalibrierschein angegeben sind) aufweist oder sichtbar falsch anzeigt oder missbräuchlich verwendet wurde (z.B. Überlastungen bei Waagen, Masterzählern),
- bei der Verwendung keinen Umwelteinflüssen ausgesetzt ist, welche die Messungen beeinträchtigen.

Die Normalgeräte sollen bei Ihrer Kalibrierung so justiert werden, dass die Messabweichungen möglichst gering sind.

Die Kalibrierscheine sind beim Normalgerät mitzuführen.

### 3.3 Beschaffenheit der Normalgeräte

Grundsätzlich gilt:

Frist<sup>1)</sup> für die wiederkehrende Kalibrierung: siehe QM- System oder Bescheid der Ermächtigung der Eichstelle

Normalgerät	Rekalibrierfristen
Mastermeter	1 Jahr
Volumenmessgeräte (Eichkolben) aus Metall / Kupfer	3 Jahre
Volumenmessgeräte (Eichkolben) Mit einer Wandstärke $\geq 4$ mm aus Niro	5 Jahre
Volumenmessgeräte aus Glas	keine
Widerstände	1 Jahr bzw. 5. Jahre *)
elektrische Thermometer (Pt100)	2 Jahre
Glasthermometer	5 Jahre
Stoppuhr	2 Jahre
Aräometer	5 Jahr
Druckmessgeräte	1 Jahr

\*) für Widerstände, bei denen die Drift mit Hilfe von Zwischenprüfungen (1xjährlich) korrigiert werden

#### 3.3.1 Volumenmessbehälter

Offene Volumenmessbehälter dürfen nur für jene Messgüter verwendet werden, bei denen die Flüssigkeitsverluste, die während der Messung durch Verdampfung entstehen, in keinem merklichen Verhältnis zur Messunsicherheit des Normalgeräts stehen. Bei Flüssigkeiten mit einem niedrigen Dampfdruck (z.B. Dieselöl, Heizöl, Schmieröl, synthetische Kraftstoffe) wird bei normaler Betriebstemperatur keine merkliche Verdampfung eintreten. Bei Vergaserkraftstoffen wird bei normaler Betriebstemperatur und bei geringen offenen Querschnitten ebenfalls keine merkliche Verdampfung eintreten.

Gasabsaugende Einrichtungen in unmittelbarer Nähe von offenen Querschnitten sind zulässig, wenn dadurch eine Beeinträchtigung des Messvolumens (beispielweise durch Verdampfung) ausgeschlossen werden kann.

Die Volumenmessbehälter müssen für folgende Prüfmengen geeignet sein:

- Prüfmenge für die kleinste Abgabemenge / Übernahmemenge (MMQ) = MMQ,
- Mindestprüfmenge für die Aufnahme der Fehlerkurve:

Die Mindestprüfmenge muss so groß sein dass

- jede Durchflussstärke im zulässigen Durchflussstärkenbereich des Prüflings in einer Prüfzeit von mindestens 30 s möglich ist
  - die Fehlergrenze für die kleinste Abgabemenge/Übernahmemenge nicht mehr zur Anwendung kommt (Usus: 2 x MMQ,).
- Bei Messanlagen für Milch ist zusätzlich zum Ausmessen der bei der Absaugung verbleibenden Restmenge, ein kalibriertes Messgefäß mit Teilung erforderlich. Nennvolumen 1 oder 2 Liter

Bei stark schäumenden Flüssigkeiten (z.B. herkömmliches mineralisches Dieselöl) müssen bei größeren Durchflussstärken besondere Vorkehrungen getroffen werden, durch die ein Übersäumen verhindert wird.

Die Volumenmessbehälter müssen mit einer Einrichtung zur Feststellung der horizontalen Lage (z.B. Libelle) haben und in derjenigen Lage aufgestellt sein, die für sie im Kalibrierschein angegeben ist.

Für die Prüfung von Tankwagen für Kraftstoffen mit Leerschlauchabgabe müssen die Volumenmessbehälter so tief aufgestellt sein, als dem Gefälle beim Abschlachten an den Tankstellen entspricht (vom Straßenniveau bis zum Boden des Volumenmessbehälters mindestens 3 m).

Das Gefälle kann auch durch eine Prüfeinrichtung mit Beschleunigerpumpe simuliert werden, wodurch der Volumenmessbehälter auf gleichem Niveau oder höher als der Prüfling aufgestellt sein darf. Die technische Ausführung einer solchen Prüfeinrichtung muss eine einwandfreie Simulation gewährleisten, insbesondere bezüglich der Restmengenprüfung (unterschiedliche Prüfprozeduren für Messanlagen mit ständig wirkender Schlauchbelüftung, mit selbsttätig wirkender Schlauchbelüftung, mit einem Gasmessverhüter und mit oder mit und ohne Pumpenbetrieb). Eine derartige Prüfeinrichtung muss einem Verfahren zur Genehmigung durch die Ermächtigungsstelle unterzogen werden.

Keinesfalls darf jedoch am Volumenmessbehälter eine Absaugeinrichtung für die Gasphase angeschlossen sein.

Für die Prüfung von Milchmessanlagen muss am Anschlussstutzen der Saugleitung ein Belüftungsventil für die Restmengenprüfung vorhanden sein.

Werden Schmierölmessanlagen (z.B. Messwerkzeuge) von der Eichstelle volumetrisch geprüft, so muss in der Eichstelle ausreichend Reinigungsflüssigkeit vorrätig sein, damit die verwendeten Volumenmessbehälter vor ihrer Wiederverwendung ausgespült werden können.

Einrichtungen zum Rückpumpen von Messgut aus dem Volumenmessbehälter in einen Vorratsbehälter müssen so ausgeführt sein, dass die Beimischung von Gasen oder Luft ins Messgut möglichst gering bleibt. Die vollständige Entleerung eines Volumenmessbehälters muss beobachtbar sein (z.B. durch Schaugläser) zwischen seinem Auslauf und seiner unteren Maßraumbegrenzung. Ggf. müssen diese Schaugläser beleuchtet sein.

Rohrleitungen zwischen dem Auslauf des Prüflings und dem Volumenmessbehälter müssen so kurz wie möglich und fallend verlegt sein, und es dürfen sich dort - abgesehen von der Benetzung - keine Flüssigkeitsrückstände bilden können.

Die Volumenmessbehälter sind so zu be- und entlüften, dass in ihnen bei ihrer Befüllung kein Überdruck und bei ihrer Entleerung kein Unterdruck entsteht (entweder Pendelung der Gasphase gegen einen Vorratsbehälter oder Verbindung zur Atmosphäre).

Muss von Volumen auf Masse umgerechnet werden, dann muss der Eichstelle zusätzlich die Dichte der Flüssigkeit bekannt sein.

### 3.3.2 Masterzähler

Masterzähler müssen entweder innerstaatlich zur Eichung zugelassen oder zumindest hinsichtlich Messbeständigkeit und Umgebungseinflüssen einem zugelassenen Zähler gleichwertig sein.

Masterzähler müssen kalibriert sein. Die Kalibrierung darf entweder in der Eichstelle im eingebautem Zustand oder extern erfolgen; bei externer Kalibrierung muss sichergestellt sein, dass in der Prüfeinrichtung der Eichstelle und in der Prüfeinrichtung für die externe Kalibrierung annähernd die gleichen Betriebsbedingungen herrschen (Messgut, Messguttemperatur, Viskosität, Druck, Ein- und Auslaufstrecken, Art der Pumpe).

Strömungsprofil-abhängiges Masterzähler (z.B. Turbinenradzähler, magnetisch-induktive Zähler) dürfen nur intern kalibriert werden.

#### Frist für die wiederkehrende Kalibrierung:

Masterzähler unterliegen einer gewissen Abnützung (die auch vom mechanischen Aufbau des Masterzählers abhängt), die sich in einer Drift der Durchflusskurve (Fehlerkurve) des Masterzählers äußern kann.

Aus wiederkehrenden Kalibrierungen kann die Drift einer Durchflusskurve über ihr Kalibrierintervall bestimmt werden. Im Hinblick darauf, dass die Messunsicherheit  $U$  des

Normalgeräts  $< 1/5$  der Eichfehlergrenze des Prüflings sein muss, darf diese Drift einen bestimmten Bruchteil dieses Fünftels nicht übersteigen. Basierend auf experimentellen Daten sind als Drift über den Zeitraum eines Jahres für einen geeigneten Masterzähler 20 % der im Kalibrierschein des Masterzählers angegebenen Gesamtmessunsicherheit realistisch und damit zulässig.

Daher:

Frist<sup>1)</sup> für die wiederkehrende Kalibrierung:

3 Monate nach der Neukalibrierung, danach  
3 Monate, danach  
6 Monate,  
danach 6 Monate,  
danach 1 Jahr.

Wenn bei einer wiederkehrenden Kalibrierung die zulässige Drift nicht eingehalten wird, wird die Frist auf die nächstniedrigere herabgesetzt, jedoch auf nicht weniger als 3 Monate.

Der Masterzähler darf nur in seinem Betriebsbereich verwendet werden (z.B. Durchflussstärke, Messgut, Temperatur, Druck, kleinste Abgabemenge).

Der Masterzähler müssen für Prüfmengen gemäß Punkt 3.3.1 geeignet sein.

Masterzähler und Prüfling müssen in einer geeigneten (stationären oder mobilen) Prüfeinrichtung angeordnet sein, um die folgenden Prüfbedingungen einzuhalten:

- Masterzähler und Prüfling dürfen nur druckseitig angeordnet sein. Hinweise in der Betriebsanleitung des Masterzählers und des Prüflings auf ihre richtige Einbaulage, die vollständige Füllung und auf möglicherweise vorzusehende Ein- und Auslaufstrecken (insbesondere bei Zählern, die nicht Verdrängungszähler sind, z.B. magnetisch-induktive Durchflusszähler, Turbinenradzähler, Coriolis- Zähler, Vortex- Zähler, Ultraschallzähler) sind zu beachten.
- Es ist durch vor dem Masterzähler und dem Prüfling angeordnete, geeignete Hilfseinrichtungen (z.B. gasabscheidende Einrichtung) zuverlässig zu verhindern, dass Gas oder Luft zu den Zählern gelangt. Die Gasfreiheit muss durch geeignete Schaugläser beobachtet werden können.
- Die Rohrleitungen der Prüfeinrichtung müssen vollständig befüllbar sein und entlüftbar sein. Die vollständige Füllung muss sich beobachten lassen. Zweigen zwischen dem Masterzähler und dem Prüfling Rohrleitungen ab, so muss durch geeignete Einrichtungen (z.B. Block- und Bleederarmaturen) sichergestellt sein, dass über die Abzweigungen kein Messgut verlorenght.
- Der Prüfling muss in unmittelbarer Umgebung des Masterzählers angeordnet werden können, sodass für den Masterzähler und den Prüfling die gleichen Betriebsverhältnisse herrschen (annähernd gleiche Flüssigkeitstemperatur und gleicher Druck, keine Mengenänderungen)

zwischen Masterzähler und Prüfling auf Grund von Ab- und Zuflüssen und von Ausdehnungen oder Kontraktionen im und am Rohrleitungssystem).

- Die Prüfeinrichtung muss so beschaffen sein, dass der Temperaturunterschied zwischen dem Eingang und Ausgang der Prüfeinrichtung beim Mindestdurchfluss nicht größer als 0,5 K ist.
- Durch entsprechende Einstellung des Ausgangsdrucks am Masterzähler und am Prüfling ist zu verhindern, dass der Flüssigkeitsdruck in der Prüfeinrichtung unter den Dampfdruck der Flüssigkeit fällt (ggf. Venturi-Wirkung durch Einschnürungen in der Rohrleitung oder durch nicht vollständig geöffnete Stellorgane vermeiden) und dass Entgasungen vor dem Masterzähler oder vor dem Prüfling auftreten.
- Durch geeignete Anordnung der Verrohrung oder durch geeignete Hilfseinrichtungen ist zu verhindern, dass bei Pumpenstillstand bzw. bei fehlendem Eingangsdruck Rückfluss über die Zähler stattfindet (z.B. Einbau von Rückschlagventilen).
- Das einlaufende Strömungsprofil des Prüflings darf den Masterzähler nicht beeinflussen und der Masterzähler darf seinerseits den Prüfling nicht beeinflussen.
- Der Masterzähler darf durch mechanische Einflüsse in der Messanlage (Pulsationen in der Flüssigkeit durch Pumpen, aber auch durch Absperrorgane; Vibrationen in den Rohrleitungen) nicht gestört werden.
- Verunreinigungen im Messgut, die den Masterzähler beschädigen können, sind durch Filterung zu entfernen.
- Wird die Prüfeinrichtung nicht in einer geschlossenen Schleife, sondern mit einem Wägebehälter für das Messgut betrieben, so müssen die Einrichtungen zum Rückpumpen in einen Vorratsbehälter so ausgeführt sein, dass die Beimischung von Gasen oder Luft ins Messgut möglichst gering bleibt.

Muss von Volumen auf Masse umgerechnet werden, dann muss der Eichstelle zusätzlich die Dichte der Flüssigkeit bekannt sein.

### 3.3.3 Waagen

*Anmerkung: Das gravimetrische Verfahren anstelle des genannten volumetrischen Verfahrens wird insbesondere angewandt,*

- *wenn das Prüfmedium nur unter Druck gemessen werden kann (z.B. Propan, Butan; stark ausgasende Flüssigkeiten wie Bier; Luftgase wie CO<sub>2</sub> und N<sub>2</sub>O; kryogene Flüssigkeiten wie Stickstoff, Sauerstoff, Argon; Hochdruckerdgase),*
- *bei Flüssigkeiten mit einer Viskosität > 20 mPa s (z.B. Heizöle, Schmieröle),*
- *bei Messanlagen mit Massezählern (z.B. Erdgaszapfsäulen mit Coriolis- Zählern) wenn nicht auf Volumen umgestellt werden kann,*

Waagen müssen entweder innerstaatlich zur Eichung zugelassen oder zumindest hinsichtlich Messbeständigkeit und Umgebungseinflüssen einer zugelassenen Waage gleichwertig sein.

Waagen müssen kalibriert sein. Zur laufenden Überwachung der Waagen sind Gewichtsstücke bereitzuhalten, mit denen die Einhaltung der Eichfehlergrenzen des kleinsten Wägewertes (entsprechend der kleinsten Abgabemenge) überprüft werden kann. Diese Prüfung ist vor Beginn der Messung durchzuführen.



**Genauigkeit der Gewichtsstücke:**

Die erweiterte Messunsicherheit  $U$  ( $k=2$ ) aller verwendeten Gewichtsstücke muss  $< 1/5$  der zulässigen Messunsicherheit der Waage sein.

Anmerkung:

$$U = 2 \sqrt{\sum_i u_{Gsi}^2}$$

mit

$u_{Gsi}$  ... Unsicherheit des  $i$ -ten Gewichtsstückes

$$u_{Gsi}^2 = \frac{VFG_i^2}{3}$$

mit

$VFG_i$  ... Verkehrsfehlergrenze für das  $i$ -te Gewichtsstück

Frist<sup>1)</sup> für die wiederkehrende Kalibrierung der Waage: 1 Jahr.

Eine Waage darf nur in jenem Betriebsbereich verwendet werden (z.B. Lastbereich, Umgebungstemperatur-Bereich), für den sie zugelassen ist.

Die Höchstlast und die Mindestlast müssen so sein, dass sie samt Wägebehälter für Prüfmengen gemäß Punkt 3.3.1 geeignet sind.

Bei Verwendung von kraftkompensierenden Waagen außerhalb des Ortes ihrer Kalibrierung müssen Korrekturwerte verfügbar sein und angewendet werden, wenn die durch den Ortswechsel bedingte Messabweichung das Messergebnis merklich beeinflusst.

Die Waage muss so aufgestellt sein, dass sie von Belastungen, die bei der Tara- und bei der Bruttowägung ungleichmäßig wirken (z.B. Windlast oder an den Wägebehälter angekoppelte Leitungen) entkoppelt ist. Die Waagen müssen in derjenigen Lage aufgestellt sein, die für sie im Kalibrierschein angegeben ist.

**Wägebehälter:**

Das Volumen des Wägebehälters zum Auffangen des Messgutes muss ausreichend groß sein.

Offene Wägebehälter dürfen nur für jene Messgüter verwendet werden, bei denen die Flüssigkeitsverluste, die während der Messung durch Verdampfung entstehen, in keinem merklichen Verhältnis zur Messunsicherheit des Normalgeräts stehen. Ansonsten (z.B. bei Flüssiggas) müssen geeignete Druckbehälter vorhanden sein.

Einrichtungen zum Rückpumpen von Messgut müssen so ausgeführt sein, dass die Beimischung von Gasen oder Luft ins Messgut möglichst gering bleibt (Aufstellung der Pumpe unterhalb des untersten Punktes des Wägebehälters).

Muss von Masse auf Volumen umgerechnet werden, dann muss der Eichstelle zusätzlich die Dichte der Flüssigkeit bekannt sein.

### 3.3.4 Dichtemesseinrichtungen

Bei chemisch reinen Flüssigkeiten, die auch nicht verunreinigt sind, darf die Dichte auch mittelbar bestimmt werden, d.h. nur durch Temperaturmessung und daraus Ableitung der Dichte mittels einer Tabelle/Formel. Insbesondere bei Mineralölen und ähnlichen Produkten, die flüchtige Komponenten haben, bei Gemischen, deren Mischungsverhältnis nicht genau spezifiziert ist (z.B. Propan/Butan-Gemische), aber auch bei chemisch reinen Stoffen, deren Dichteangaben bedenklich sind (z.B. weil sie physikalische Eigenschaften haben, die die Dichte verändern können wie hygroskopische Stoffe), ist die mittelbare Dichtebestimmung nicht zulässig, es ist die Dichte zu messen.

Für die Bestimmung der Flüssigkeitstemperatur müssen in der Eichstelle kalibrierte Thermometer mit einem Teilungswert  $\leq 0,1$  K, auf  $\leq 0,1$  K ablesbar, verwendet werden. Die im Kalibrierschein angegebenen Korrekturen sind zu berücksichtigen.

Dichtemessung mit Aräometer:

Für durchsichtige Flüssigkeiten mit niedriger Viskosität sind kalibrierte Aräometer mit einem Teilungswert  $\leq 1$  kg/m<sup>3</sup> und ablesbar auf  $\leq 0,1$  kg/m<sup>3</sup>, zu verwenden und für die Bestimmung der Temperatur der Flüssigkeit kalibrierte Thermometer mit einem Teilungswert  $\leq 0,1$  K, und ablesbar auf  $\leq 0,1$  K (ein solches Thermometer kann auch auf dem Aräometer angebracht sein).

Die Bezugstemperatur von Aräometern für Kraftstoffe ist vorzugsweise 15 °C.

Weiters muss die Eichstelle über geeignete Standzylinder für die Dichtemessung verfügen.

### Dichtemessung mit elektronischen Dichtemessgeräten:

Diese Dichtemessgeräte sind für Produkte, die wegen ihrer hohen Viskosität nicht mehr für die Messung mittels Aräometer geeignet sind, aber bei der Bestimmungstemperatur noch flüssig sind (Viskosität  $\leq 1500$  mm<sup>2</sup>/s) und einen Dampfdruck  $< 80$  kPa aufweisen, zu verwenden. Bei

eichtflüchtigen Komponenten muss die Eichstelle Kühleinrichtungen für die Probe und für die Einrichtungen zum Einbringen der Probe haben.

Die Dichtemessgeräte müssen innerstaatlich zur Eichung zugelassen und kalibriert sein.

Frist<sup>1)</sup> für die wiederkehrende Kalibrierung: Die Kontroll- und Justiermessungen sind periodisch gemäß der Zulassung durchzuführen.

### **Umrechnung der Dichte:**

Im Falle, dass die Temperatur bei der Dichtebestimmung mit der Temperatur bei der Wägung der Flüssigkeit nicht übereinstimmt, müssen in der Eichstelle für das jeweilige Messgut zur Umrechnung der Dichte aktuell anerkannte Normen vorhanden sein.

### **3.3.5 Temperaturmesseinrichtungen**

Wenn es für die Einhaltung der Messunsicherheit erforderlich ist, ist eine Temperaturmessung des Messgutes entweder mit Widerstandsthermometern (Pt100) oder mit Glasthermometern, mit einer Ablesegenauigkeit  $\leq 0,1$  K, vorzunehmen.

Die Thermometer müssen kalibriert sein.

Messbereich der Thermometer  $\geq$  als der zulässige Temperaturbereich des Prüflings

### **3.3.6 Zeitmesseinrichtungen**

Für die Bestimmung der Durchflussstärke und anderer Parameter, denen eine Zeitmessung zugrunde liegt (z.B. Abtropfzeit des Volumenmessbehälters), ist entweder eine Stoppuhr, Teilungswert 1/60 min oder 1/100 min oder besser, oder eine zumindest gleichwertige elektronische Zeitmesseinrichtung vorzusehen. Die Stoppuhren müssen kalibriert sein.

### **3.3.7 Druckmesseinrichtungen**

Wenn es für die Einhaltung der Messunsicherheit erforderlich ist, ist eine Druckmessung des Messgutes mit Manometern, Teilungswert  $< 0,1$  bar, vorzunehmen.

Die Druckmessgeräte müssen kalibriert sein.

### 3.3.8 Messeinrichtungen für die Mengenumwertung

Folgende Messeinrichtungen sind erforderlich:

#### 1. Bei Messanlagen mit Temperatur-Mengenumwertung (TMU):

- bei Prüfung der Umwertung ohne separate Prüfung der Einzelkomponenten:
  - ein kalibriertes Referenz-Temperaturmessgerät mit  $U_{k=2}(t) \leq 0,1 \text{ K}$ ,
- bei Prüfung der Umwertung mit separater Prüfung der Einzelkomponenten:
  - kalibrierte Referenz-Widerstände (Einzelwiderstände oder eine Brücke, zur Prüfung der A/D-Wandlung nach einem Rechnertausch) mit  $U_{k=2}(\Omega) \leq 1/5 \cdot 0,4 \cdot \text{MPE}(t)$ , MPE(t) ... Fehlergrenze der A/D-Wandlung (Tabelle 1) Frist<sup>1)</sup> für die wiederkehrende Kalibrierung: 2 Jahre

Tabelle 1: Fehlergrenze der A/D-Wandlung

	Genauigkeitsklasse der Messanlage				
	0,3	0,5	1,0	1,5	2,5
MPE(t) (°C)	0,12	0,2	0,2	0,2	0,4

- ein kalibriertes Referenz-Temperaturmessgerät (zur separaten Prüfung eines neuen Temperaturfühlers nach einem Austausch, sofern kein kalibrierter Temperaturfühler verwendet wird) mit  $U_{k=2}(t) \leq 1/5 \cdot \text{MPE}(t)$ , MPE(t) ... Fehlergrenze des separaten Temperaturfühlers der Temperatur-Mengenumwertung (Tabelle 2)

Tabelle 2: Fehlergrenze des separaten Temperaturfühlers der TMU

	Genauigkeitsklasse der Messanlage				
	0,3	0,5	1,0	1,5	2,5
MPE(t) (°C)	0,18	0,3	0,3	0,3	0,6

- ein kalibriertes Referenz-Temperaturmessgerät (zur Prüfung des Temperaturfühlers mit der Anzeige des Rechners) mit  $U_{k=2}(t) \leq 1/5 \cdot \text{MPE}(t)$ , MPE(t) ... Fehlergrenze des Temperaturfühlers der Temperatur-Mengenumwertung (Tabelle 3), angezeigt am Rechner

Tabelle 3: Fehlergrenze des Temperaturfühlers der TMU

	Genauigkeitsklasse der Messanlage				
	0,3	0,5	1,0	1,5	2,5
MPE(t) (°C)	0,3	0,5	0,5	0,5	1,0

**2. Bei Messanlagen mit Dichteumwertung:**

- ein Referenz-Dichtemessgerät entweder als Aräometer oder elektrischen Dichtemessgerät. Aräometer müssen kalibriert sein. Biegeschwinger müssen innerstaatlich zur Eichung zugelassen und periodisch kalibriert sein.
- bei Prüfung der Umwertung ohne separate Prüfung der Einzelkomponenten:
  - ein Referenz-Dichtemessgerät mit  $U_{k=2}(\rho) \leq 1/5 \cdot \text{MPE}(\text{Umwertung})/100 \cdot \rho_m$ ,  
 MPE(Umwertung) ... Fehlergrenze der Mengenumwertung (Tabelle 4)  
 $\rho_m$  (kg/m<sup>3</sup>) ...Mittelwert des Messbereiches des Referenz-Dichtemessgeräts

Tabelle 4: Fehlergrenze der Mengenumwertung

	Genauigkeitsklasse der Messanlage				
	0,3	0,5	1,0	1,5	2,5
MPE(Umwertung) (%)	0,1	0,2	0,4	0,5	1,0

- bei Prüfung der Umwertung mit separater Prüfung der Einzelkomponenten:
  - ein Referenz-Frequenzgenerator/Referenz-Stromquelle (zur Prüfung der A/D Wandlung nach einem Rechnertausch) mit  $U_{k=2}(f) \leq 1/5 \cdot \partial f/\partial \rho \cdot \text{MPE}(\rho)$  bzw.  $U_{k=2}(I) \leq 1/5 \cdot \partial I/\partial \rho \cdot \text{MPE}(\rho)$ ,  
 MPE( $\rho$ ) ... Fehlergrenze der A/D-Wandlung (Tabelle 5)

*Anmerkung: die Gradienten  $\partial f/\partial \rho$ ,  $\partial I/\partial \rho$  sind der Dokumentation des Prüflings zu entnehmen.*

Tabelle 5: Fehlergrenze der A/D-Wandlung

	Genauigkeitsklasse der Messanlage				
	0,3	0,5	1,0	1,5	2,5
MPE( $\rho$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	0,4	0,4	0,8	0,8	2,0

- ein Referenz-Dichtemessgerät (zur separaten Prüfung eines neuen Dichtefühlers nach einem Austausch, sofern kein kalibrierter Dichtefühler verwendet wird) mit  $U_{k=2}(\rho) \leq 1/5 \cdot \text{MPE}(\rho)$ ,  
 MPE( $\rho$ ) ... Fehlergrenze des separaten Dichtefühlers der Dichte- Mengenumwertung (Tabelle 6)

Tabelle 6: Fehlergrenze des separaten Dichtefühlers der Dichte- Mengenumwertung

	Genauigkeitsklasse der Messanlage				
	0,3	0,5	1,0	1,5	2,5
MPE( $\rho$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	0,6	0,6	1,2	1,2	3,0

- ein Referenz-Dichtemessgerät (zur Prüfung des Dichtefühlers mit der Anzeige des Rechners) mit  $U_{k=2}(\rho) \leq 1/5 \cdot MPE(\rho)$   
MPE( $\rho$ ) ... Fehlergrenze des Dichtefühlers der Dichte-Mengenwertung, angezeigt am Rechner (Tabelle 7)

Tabelle 7: Fehlergrenze des Dichtefühlers der Dichte-Mengenwertung, angezeigt am Rechner

	Genauigkeitsklasse der Messanlage				
	0,3	0,5	1,0	1,5	2,5
MPE( $\rho$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	1,0	1,0	2,0	2,0	5,0

-----  
1) Alle genannten Fristen können erweitert werden, wenn die Messbeständigkeit über einen längeren Zeitraum als den angeführten nachgewiesen wird.