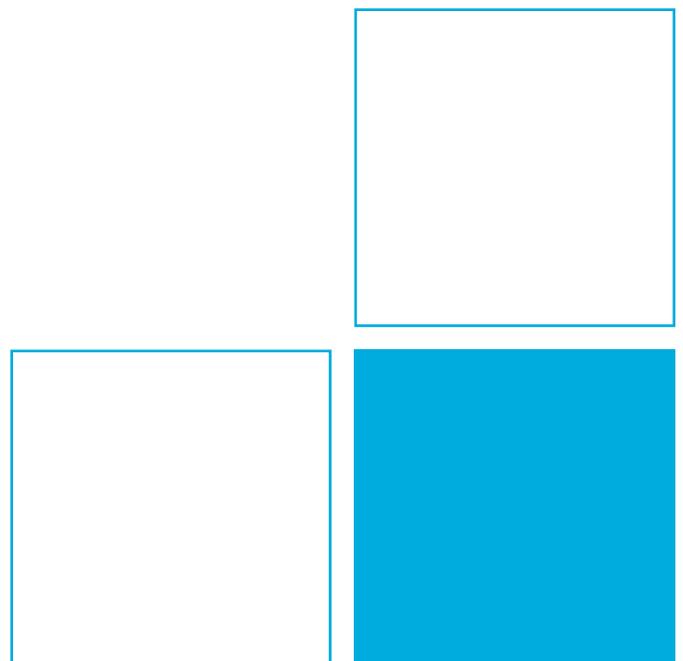


PTB-Anforderungen

Volumen

Automatische Füllstandsmessgeräte für
stationäre Lagerbehälter



PTB-Anforderungen enthalten Anforderungen zu technischen Spezifikationen und Verwendungspflichten für Messgeräte, die den Regelungen des Mess- und Eichrechts unterliegen. Sie werden von der PTB unter Beteiligung der betroffenen Kreise erstellt. PTB-Anforderungen bestehen aus zwei Teilen.

Der erste Teil behandelt Regeln und technische Spezifikationen für Messgeräte, um die wesentlichen Anforderungen an Messgeräte nach § 6 des Mess- und Eichgesetzes¹ i. V. m. § 7 der Mess- und Eichverordnung² zu konkretisieren.

Der zweite Teil behandelt Regeln und Erkenntnisse zur näheren Bestimmung der Pflichten von Personen, die Messgeräte oder Messwerte verwenden, nach §§ 31 und 33 Mess- und Eichgesetz und §§ 22 und 23 Mess- und Eichverordnung.

Diese PTB-Anforderungen enthalten Konkretisierungen für den Teil 1 für folgende Messgeräte nach § 1 Absatz 1 Nummer 5 der Mess- und Eichverordnung zur Bestimmung des Volumens: Automatische Füllstandsmessgeräte für stationäre Lagerbehälter.

Diese PTB-Anforderungen ersetzen die bisherigen PTB-A 5.01 der Ausgabe Juli 2020.

¹ MessEG vom 25. Juli 2013 (BGBl. I S. 2722, 2723), in der zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser PTB-Anforderungen geltenden Fassung.

² MessEV vom 11. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2010, 2011), in der zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser PTB-Anforderungen geltenden Fassung.



Diese Veröffentlichung steht unter der Lizenz CC BY-ND 3.0 DE

"Creative Commons Namensnennung - Keine Bearbeitungen 3.0 Deutschland",
siehe <http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/de/legalcode>.

Diese Lizenz erlaubt die Weiterverbreitung - auch kommerziell -, solange dies ohne Veränderungen und vollständig mit Quellenangabe und derselben CC-Lizenz geschieht.

Eine Kurzübersicht der Lizenzbedeutung ist zu erreichen über
<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/de>

Zitiervorschlag für die Quellenangabe:

PTB-Anforderungen 5.01 „Automatische Füllstandsmessgeräte für stationäre Lagerbehälter“
(09/2022). Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin.

<https://doi.org/10.7795/510.20220922>

Inhalt

I Begriffsbestimmungen	3
II Verwendungszweck und Berechnungsprinzipien	6
Teil 1: Konkretisierung der wesentlichen Anforderungen an das Messgerät, Kennzeichnung und Aufschriften	7
1.1 Fehlergrenzen und Umgebungsbedingungen.....	7
1.1.1 Fehlergrenzen.....	7
1.1.1.1 Unter Nennbetriebsbedingungen und ohne Auftreten einer Störgröße	8
1.1.1.2 Unter Nennbetriebsbedingungen und beim Auftreten einer Störgröße.....	8
1.1.2 Umgebungsbedingungen	8
1.1.2.1 Klimatische Umgebungsbedingungen	8
1.1.2.2 Mechanische Umgebungsbedingungen.....	9
1.1.2.3 Elektromagnetische Umgebungsbedingungen	9
1.1.2.4 Weitere Einflussgrößen	9
1.1.3 Durchführung der Prüfungen	9
1.1.3.1 Grundregeln für die Prüfung und die Bestimmung der Messabweichungen....	9
1.1.3.2 Umgebungsfeuchte	9
1.2 Reproduzierbarkeit der Messergebnisse	9
1.3 Wiederholbarkeit der Messergebnisse.....	9
1.4 Ansprechschwelle und Empfindlichkeit des Messgeräts.....	9
1.5 Messbeständigkeit.....	9
1.6 Einfluss eines Defekts auf die Genauigkeit der Messergebnisse.....	9
1.7 Eignung des Messgeräts	10
1.7.1 Erschweren betrügerischer Nutzung und Falschbedienung.....	10
1.7.2 Eignung für beabsichtigte Nutzung.....	10
1.7.3 Versorgungsmessgeräte: einseitige Messabweichung	10
1.7.4 Unempfindlichkeit gegenüber kleinen Messgrößenschwankungen.....	10
1.7.5 Robustheit.....	10
1.7.6 Kontrollierbarkeit der Messvorgänge	10
1.7.7 Software-Identifikation und Unbeeinflussbarkeit durch andere Software	10
1.8 Schutz gegen Verfälschungen.....	10
1.8.1 Anschluss von Zusatzeinrichtungen; rückwirkungsfreie Schnittstellen.....	10
1.8.2 Sicherung vor Eingriffen; Nachweisbarkeit eines Eingriffs	10
1.8.3 Kennzeichnung und Sicherung der Software; Nachweisbarkeit eventueller Eingriffe.....	11
1.8.4 Schutz von Messdaten und Software gegen Verfälschung.....	11
1.8.5 Versorgungsmessgeräte: keine Rücksetzbarkeit der Sichtanzeige.....	11

1.9	Anzeige des Messergebnisses	11
1.9.1	Sichtanzeige oder Ausdruck des Ergebnisses und Ausnahmen	11
1.9.2	Anzeige klar und eindeutig; zusätzliche Anzeigen	11
1.9.3	Ausdruck gut lesbar und unauslöschlich.....	12
1.9.4	Direktverkauf.....	12
1.9.5	Versorgungsmessgeräte: Anzeige.....	12
1.10	Weiterverarbeitung von Daten zum Abschluss des Geschäftsvorgangs	12
1.10.1	Dauerhafte Aufzeichnung.....	12
1.10.2	Dauerhafter Nachweis.....	12
1.11	Konformitätsbewertung	12
1.12	Kennzeichnung und Aufschriften	12
Teil 2:	Verwendungspflichten.....	13
	Quellenverzeichnis	14
	Anhang A: Temperatur-Mengenbewertung.....	15

I Begriffsbestimmungen

Die nachfolgenden Begriffsbestimmungen sind nach Priorität und Zusammenhang aufgelistet.

Automatisches Füllstandsmessgerät (Automatic Level Gauge, ALG):

Gerät zur automatischen Messung und Anzeige der Füllhöhe einer Flüssigkeit in einem Lagerbehälter in Bezug auf eine feste Referenz zur Ermittlung des Füllvolumens.

Peiltabelle (Fülltabelle):

Tabelle der mathematischen Funktion $V(h)$, die den Zusammenhang zwischen der Füllhöhe h (unabhängige Variable) und dem Volumen V (abhängige Variable) unter definierten Bedingungen darstellt.

Füllstandssensor:

Bestandteil des automatischen Füllstandsmessgeräts, der das Vorhandensein der Flüssigkeit erfasst und Informationen über den Füllstand gibt (siehe Abb. am Ende der Begriffsbestimmungen).

Rechner:

Bestandteil des automatischen Füllstandsmessgeräts, der die Ausgangssignale vom Umformer und gegebenenfalls von Zusatzeinrichtungen und/oder anderen Einrichtungen empfängt, sie verarbeitet und die Ergebnisse speichert bzw. gegebenenfalls im Speicher behält, bis sie verwendet werden. Darüber hinaus kann der Rechner möglicherweise in beide Richtungen mit anderen Geräten kommunizieren.

Anzeigeeinrichtung:

Bestandteil des automatischen Füllstandsmessgeräts, der das Messergebnis anzeigt oder druckt.

Kontrolleinrichtung:

Bestandteil des automatischen Füllstandsmessgeräts, der es ermöglicht:

- bedeutende Störungen und/oder
- fehlerhafte Funktionen eines bestimmten Bestandteils des automatischen Füllstandsmessgeräts und/oder
- gestörte Kommunikation zwischen bestimmten Bestandteilen des automatischen Füllstandsmessgeräts

zu erkennen und darauf zu reagieren.

Automatische Kontrolleinrichtung:

Kontrolleinrichtung, die ohne Eingreifen eines Bedieners arbeitet.

Permanente automatische Kontrolleinrichtung (Typ P):

Automatische Kontrolleinrichtung, die bei jedem Messzyklus arbeitet.

Intermittierende automatische Kontrolleinrichtung (Typ I):

Kontrolleinrichtung, die in bestimmten Zeitintervallen oder pro fester Anzahl von Messzyklen arbeitet.

Peilplatte (Tauchpeilplatte):

Horizontale Platte, die eine feste Kontaktfläche liefert, von der aus manuelle Messungen (Peilungen) der Füllhöhe vorgenommen werden. Die Peilplatte kann als unterer Bezugspunkt verwendet werden, der für den Lagerbehälter festgelegt ist (siehe Abb. am Ende der Begriffsbestimmungen).

Peilstutzen:

Öffnung am oberen Teil des Lagerbehälters, durch die Peilvorgänge durchgeführt und Proben entnommen werden.

Vertikale Messachse:

Gedachte vertikale Linie, die vom Peilstutzen ausgeht, der für die manuelle oder automatische Füllstandsmessung vorgesehen ist, und durch die Mitte des sich anschließenden Messschachts verläuft.

Unterer Bezugspunkt:

Schnittpunkt der vertikalen Messachse mit der Oberseite der Peilplatte oder mit dem Boden des Lagerbehälters, sofern eine Peilplatte nicht vorhanden ist. Der untere Bezugspunkt stellt den Ursprung für die Messung von Flüssigkeitsständen dar (siehe Abb. am Ende der Begriffsbestimmungen).

Oberer Bezugspunkt:

Deutlich markierter Punkt im Bereich des Hauptpeilstutzens in der vertikalen Verlängerung vom unteren Bezugspunkt zur Festlegung der Referenzposition, an der die Füllhöhe gemessen wird, in Form der Oberkante des Hauptpeilstutzens oder eines in ihm fest eingesetzten Peilstegs (siehe Abb. am Ende der Begriffsbestimmungen).

Referenzlänge des Messgeräts:

Abstand zwischen dem unteren Bezugspunkt und dem Nullpunkt der automatischen Füllstandsanzeige (siehe Abb. am Ende der Begriffsbestimmungen).

Füllhöhe:

Vertikaler Abstand zwischen dem unteren Bezugspunkt und der freien Oberfläche der Flüssigkeit (Flüssigkeitsspiegel/Flüssigkeitsstand) (siehe Abb. am Ende der Begriffsbestimmungen).

Freiraum (Lufthöhe):

Vertikaler Abstand zwischen der freien Oberfläche der Flüssigkeit (Flüssigkeitsspiegel/Flüssigkeitsstand) und dem oberen Bezugspunkt (siehe Abb. am Ende der Begriffsbestimmungen).

Referenzbedingungen:

Satz spezifizierter Werte von Einflussgrößen, die festgelegt sind, um gültige Vergleiche der Messergebnisse sicherzustellen.

Hinweis: Referenzbedingungen geben im Allgemeinen Wertebereiche für jede Einflussgröße an.

Messabweichung:

Differenz zwischen dem Messwert eines automatischen Füllstandsmessgeräts und dem wahren Wert der entsprechenden Messgröße.

Eigenabweichung:

Messabweichung eines automatischen Füllstandsmessgeräts unter Referenzbedingungen

Anfängliche Eigenabweichung:

Eigenabweichung eines automatischen Füllstandsmessgeräts, die vor Leistungstests und Haltbarkeitsbewertungen ermittelt wird.

Störung:

Differenz zwischen der Messabweichung und der Eigenabweichung eines automatischen Füllstandsmessgeräts

Hinweis: Grundsätzlich ist eine Störung das Ergebnis einer unerwünschten Änderung von Messwerten, die in einem automatischen Füllstandsmessgerät enthalten sind oder durch dieses fließen.

Bedeutende Störung:

Störung größer als die Fehlergrenze in Nr. 1.1.1.

Die folgenden Störungen werden als nicht bedeutend angesehen, selbst wenn sie den oben definierten Wert überschreiten:

- Störungen, die sich aus gleichzeitigen und voneinander unabhängigen Ursachen im automatischen Füllstandsmessgerät selbst oder in seinen Kontrolleinrichtungen ergeben
- Störungen, die die Unmöglichkeit implizieren, eine Messung durchzuführen
- vorübergehende Störungen in Form kurzzeitiger Schwankungen in der Anzeige, die nicht als Messergebnis interpretiert, gespeichert oder übertragen werden können
- Störungen, die zu so schwerwiegenden Abweichungen der Messergebnisse führen, dass sie von allen am Messergebnis interessierten Personen bemerkt werden müssen.

Basiszustand:

Der festgelegte Zustand, in den die bei Messbedingungen gemessene Flüssigkeitsmenge umgewertet wird.

Die nachfolgende Abbildung ist zur Veranschaulichung einiger der oben genannten Begriffe eingefügt.

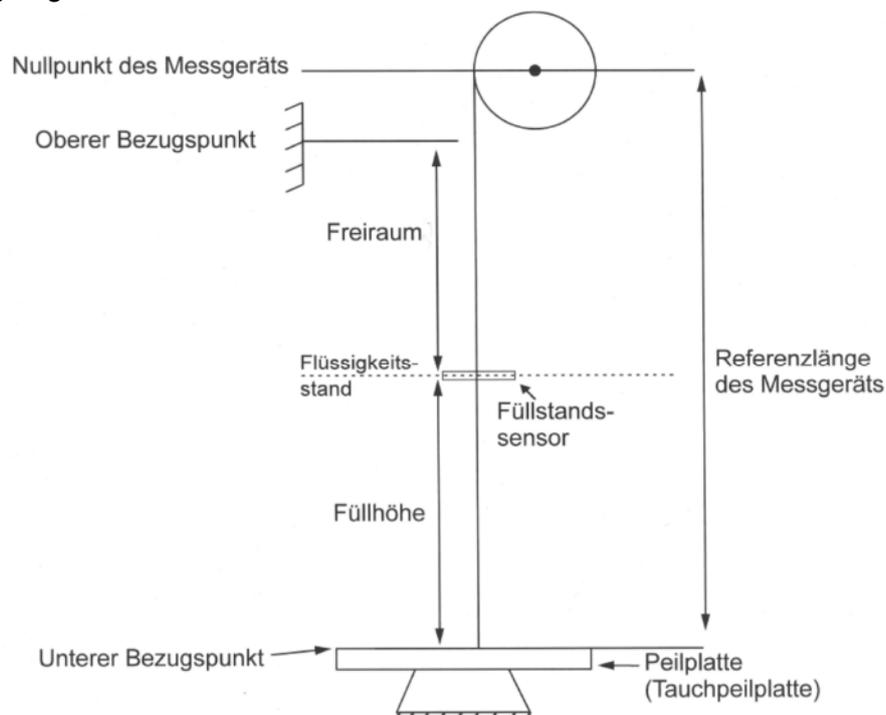


Abbildung: Einbausituation des Füllstandssensors im Lagerbehälter
beispielhafte Abbildung für Messgeräte mit Schwimmer als Füllstandssensor

II Verwendungszweck und Berechnungsprinzipien

Ein automatisches Füllstandsmessgerät dient der automatischen Messung und Anzeige der Füllhöhe in einem stationären Lagerbehälter in Bezug auf eine feste Referenz zur Ermittlung des Füllvolumens. Es umfasst mindestens einen Füllstandssensor, einen Umformer, einen Rechner und eine Anzeigeeinrichtung.

Zur Umrechnung der durch die Füllstandsmessung gewonnenen Füllhöhe auf Füllvolumen ist im Rechner als Wertepaare eine Peiltabelle hinterlegt. Anzahl und Teilungsdichte dieser Wertepaare werden in Abhängigkeit von der realen Lagerbehältergeometrie gewählt. Zwischenwerte werden durch eine geeignete Interpolation errechnet. Eine Extrapolation ist nicht zulässig.

Optional kann eine Temperatur-Mengenbewertung mit oder ohne Transaktion durchgeführt werden. Einzelheiten zur Berechnung und zu den Fehlergrenzen siehe *Anhang A*.

Teil 1: Konkretisierung der wesentlichen Anforderungen an das Messgerät, Kennzeichnung und Aufschriften

1.1 Fehlergrenzen und Umgebungsbedingungen

1.1.1 Fehlergrenzen

Das automatische Füllstandsmessgerät muss so konstruiert und hergestellt sein, dass die Messabweichung die Fehlergrenze unter den nachfolgenden Nennbetriebsbedingungen nicht überschreitet.

Tabelle 1: Nennbetriebsbedingungen

(a)	Grenzen der Umgebungstemperatur*	untere	+ 5 °C, - 10 °C, - 25 °C oder - 40 °C
		obere	+ 30 °C, +40 °C, + 55 °C oder + 70 °C
(b)	Relative Luftfeuchtigkeit	≤ 93 %	
(c)	Mechanische Umgebungsbedingungen	M1 oder M2	
(d)	Elektromagnetische Umgebungsbedingungen	E1 oder E2	
(e)	DC Spannungsversorgung**	Nach Herstellerangabe	
(f)	AC Spannungsversorgung**	$U_{nom} - 15 \% \text{ bis } U_{nom} + 10 \%$	
(g)	Minimale und maximale Temperatur des Messguts und des Mediums oberhalb des Messguts	Nach Herstellerangabe	
(h)	Minimaler und maximaler Druck im Lagerbehälter		
(i)	Charakteristik des Messguts und des Mediums oberhalb des Messguts		
(j)	Minimaler und maximaler Druck des Messguts und des Mediums oberhalb des Messguts		
(k)	Maximale und minimale Höhe des Füllstands		
*siehe Nr. 1.1.2.1			
**je nach Art der Spannung			

Die Messabweichung eines automatischen Füllstandsmessgeräts wird vor der Installation im Lagerbehälter durch Tests unter Referenzbedingungen ermittelt.

Wenn sich die Größe oder Konfiguration des automatischen Füllstandsmessgeräts nicht für die Prüfung als Ganzes eignet oder wenn nur ein Bestandteil des Messgeräts betroffen ist, sind die Prüfungen oder bestimmte Prüfungen an den Bestandteilen getrennt durchzuführen, vorausgesetzt, dass bei Tests mit den in Betrieb befindlichen Bestandteilen diese in einem simulierten Aufbau enthalten sind, der für den normalen Betrieb hinreichend repräsentativ ist.

Tabelle 2: Referenzbedingungen

	Einflussgröße	Wert
(a)	Temperatur	20 °C ± 5 °C
(b)	Relative Luftfeuchtigkeit	< 85 %
(c)	DC Spannungsversorgung*	Kleiner als 10 % der vom Hersteller angegebenen Schwankung
(d)	AC Spannungsversorgung*	$U_{\text{nom}} \pm 1 \%$
(e)	AC Versorgungsfrequenz*	$f_{\text{nom}} \pm 0,5 \%$
*je nach Art der Spannung		

Die Messabweichung eines automatischen Füllstandsmessgeräts wird nach der Installation im Lagerbehälter durch Vergleich der Füllstandsanzeige mit einer Referenzfüllstandsmessung unter Nennbetriebsbedingungen ermittelt. Die Fehlergrenze beträgt 0,03 % des Messbereichs, jedoch nicht weniger als 1 mm und nicht mehr als 5 mm.

Der Hysteresefehler bei Änderung der Bewegungsrichtung des Füllstands darf in allen Fällen 1 mm nicht überschreiten.

Für die Volumenbestimmung wird eine Peiltabelle in Form von Wertepaaren bestimmt. Anzahl und Teilungsdichte dieser Wertepaare sind in Abhängigkeit von der realen Lagerbehältergeometrie zu wählen. Zwischenwerte sind durch eine geeignete Interpolation zu errechnen. Eine Extrapolation ist nicht zulässig.

Der Höhenbereich der Peiltabelle muss alle betriebsmäßig auftretenden Füllzustände umfassen. Das Befüllen einer Messkammer auf ein Niveau über den höchsten zulässigen Punkt der Peiltabelle hinaus ist zu verhindern oder als Störung zu werten.

Hinweis: Sofern eine optionale Temperatur-Mengenbewertung durchgeführt wird, siehe *Anhang A*.

1.1.1.1 Unter Nennbetriebsbedingungen und ohne Auftreten einer Störgröße

Keine Konkretisierung.

1.1.1.2 Unter Nennbetriebsbedingungen und beim Auftreten einer Störgröße

Keine Konkretisierung.

1.1.2 Umgebungsbedingungen

Der Hersteller hat für jede Komponente des automatischen Füllstandsmessgeräts die für den Verwendungszweck und zur Gewährleistung der Messrichtigkeit geeigneten nachfolgenden Umgebungsbedingungen auszuwählen.

1.1.2.1 Klimatische Umgebungsbedingungen

Untere Grenze der Umgebungstemperatur	+ 5 °C, - 10 °C, - 25 °C oder - 40 °C
Obere Grenze der Umgebungstemperatur	+ 30 °C, +40 °C, + 55 °C oder + 70 °C

Der Hersteller hat anzugeben, für welche Feuchtigkeitsbedingungen (Betaung bzw. keine Betaung) und welchen Einsatzort (offen bzw. geschlossen) das Gerät ausgelegt ist.

1.1.2.2 Mechanische Umgebungsbedingungen

Klasse M1 oder M2.

1.1.2.3 Elektromagnetische Umgebungsbedingungen

Klasse E1 oder E2.

1.1.2.4 Weitere Einflussgrößen

Keine Konkretisierung.

1.1.3 Durchführung der Prüfungen

1.1.3.1 Grundregeln für die Prüfung und die Bestimmung der Messabweichungen

Keine Konkretisierung.

1.1.3.2 Umgebungsfeuchte

Siehe Nr. 1.1.2.1.

1.2 Reproduzierbarkeit der Messergebnisse

Die Anforderungen an die Reproduzierbarkeit sind durch Einhaltung der Anforderungen unter Nrn. 1.1.1, 1.4, 1.5 und 1.6 berücksichtigt.

1.3 Wiederholbarkeit der Messergebnisse

Die Anforderungen an die Wiederholbarkeit sind durch Einhaltung der Anforderungen unter Nrn. 1.1.1, 1.4, 1.5 und 1.6 berücksichtigt.

1.4 Ansprechschwelle und Empfindlichkeit des Messgeräts

Der Ziffernschritt der Anzeige des automatischen Füllstandsmessgeräts muss so gewählt sein, dass die Füllstandsmessung in jedem Fall innerhalb von 1 mm liegt.

1.5 Messbeständigkeit

Das automatische Füllstandsmessgerät ist so auszulegen, dass die Verkehrsfehlergrenze innerhalb einer Eichfrist eingehalten wird.

1.6 Einfluss eines Defekts auf die Genauigkeit der Messergebnisse

Es sind für alle Bestandteile des automatischen Füllstandsmessgeräts Kontrolleinrichtungen zur Feststellung einer Störung vorzusehen, die die in Nr. 1.1.1 festgelegte Fehlergrenze überschreitet.

Diese Kontrolleinrichtungen müssen einem der nachfolgenden Typen entsprechen und eine der folgenden Wirkungen haben:

- Selbsttätige Korrektur der Füllstandsänderung
- Stilllegung nur der gestörten Bestandteile, wenn das automatische Füllstandsmessgerät ohne diese Bestandteile weiterhin den Vorschriften entspricht
- Unterbrechung der Transaktion.

Komponente	Kontrolleinrichtung Typ
Sensor	P
Umformer	P
Rechen- und Anzeigeeinrichtung	I oder P

1.7 Eignung des Messgeräts

Die Anforderungen an die Eignung des Messgeräts sind durch Einhaltung der Anforderungen unter Nrn. 1.1.1, 1.4, 1.5 und 1.6 sowie der nachfolgenden Unterpunkte berücksichtigt.

1.7.1 Erschweren betrügerischer Nutzung und Falschbedienung

Keine Konkretisierung.

1.7.2 Eignung für beabsichtigte Nutzung

Füllstandsmessgeräte mit Magnetkupplung müssen so ausgeführt sein, dass die Magnetkupplung bei einer Belastung von 0,75 kg am Messdraht nicht überspringt.

1.7.3 Versorgungsmessgeräte: einseitige Messabweichung

Nicht anzuwenden.

1.7.4 Unempfindlichkeit gegenüber kleinen Messgrößenschwankungen

Hinweis: Durch den Einbau von Peilrohren in Lagerbehältern kann bei stark welligen Flüssigkeitsoberflächen z. B. infolge von Rührwerken, erreicht werden, dass die Messung unempfindlich gegenüber kleinen Schwankungen der Messgröße ist. Peilrohre müssen fest mit dem Lagerbehälter verbunden sein. Im Maßraum müssen sie so mit Aussparungen versehen sein, dass ein Flüssigkeitsausgleich jederzeit gewährleistet ist. Sind die Peilrohre unten geschlossen, muss die unterste Aussparung am Peilrohrboden beginnen.

1.7.5 Robustheit

Keine Konkretisierung.

1.7.6 Kontrollierbarkeit der Messvorgänge

Die Messvorgänge müssen jederzeit durch Vergleich der Füllstandsanzeige mit einer Referenzfüllstandsmessung kontrolliert werden können.

1.7.7 Software-Identifikation und Unbeeinflussbarkeit durch andere Software

Die Anforderungen an die Softwareidentifikation und die Unbeeinflussbarkeit durch andere Software ergeben sich aus dem WELMEC 7.2 Softwareleitfaden für die Risikoklasse C und sind von der Software jedes Bestandteils des automatischen Füllstandsmessgeräts zu erfüllen.

1.8 Schutz gegen Verfälschungen

Die Anforderungen an den Schutz gegen Verfälschungen der Messdaten, der Software und beim Anschluss von Zusatzeinrichtungen ergeben sich aus dem WELMEC 7.2 Softwareleitfaden für die Risikoklasse C, und sind von der Software jedes Bestandteils zu erfüllen.

1.8.1 Anschluss von Zusatzeinrichtungen; rückwirkungsfreie Schnittstellen

Keine Konkretisierung.

1.8.2 Sicherung vor Eingriffen; Nachweisbarkeit eines Eingriffs

Der Hersteller hat die Stellen der mechanischen Sicherungsmarken anzugeben. Die elektronischen Sicherungen müssen den Anforderungen des WELMEC 7.2 Softwareleitfadens für die Risikoklasse C entsprechen.

1.8.3 Kennzeichnung und Sicherung der Software; Nachweisbarkeit eventueller Eingriffe

Keine Konkretisierung.

1.8.4 Schutz von Messdaten und Software gegen Verfälschung

Keine Konkretisierung.

1.8.5 Versorgungsmessgeräte: keine Rücksetzbarkeit der Sichtanzeige

Nicht anzuwenden.

1.9 Anzeige des Messergebnisses

Der Wert des Flüssigkeitsfüllstands muss mindestens vor Beginn und nach Ende der Transaktion angezeigt sowie gespeichert oder abgedruckt werden.

Es gelten folgende Festlegungen:

- Das automatische Füllstandsmessgerät muss die Füllhöhe anzeigen. Andere Messwerte, wie z. B. Füllvolumen, können auf demselben Display angezeigt werden. Für messtechnische Zwecke muss eine Anzeige der Füllhöhe entweder permanent oder auf Anfrage verfügbar sein.
- Die Anzeige der Messergebnisse muss unter normalen Verwendungsbedingungen zuverlässig, einfach und eindeutig ablesbar sein. Die Zahlen, aus denen die Ergebnisse bestehen, müssen eine Größe, Form und Klarheit haben, damit das Lesen einfach ist.
- Die Darstellung der Messergebnisse muss die Namen oder Symbole der Einheiten enthalten, in denen sie ausgedrückt werden.
Der Teilungswert jeder Anzeige oder jedes Ausdrucks muss in der Form 1×10^n , 2×10^n oder 5×10^n Einheiten vorliegen, wobei n eine ganze positive oder negative Zahl oder Null ist.
- Eine digitale Anzeige muss mindestens eine Zahl anzeigen, die ganz rechts beginnt. Ein Dezimalbruch muss durch ein Dezimalzeichen von seiner Ganzzahl getrennt sein, wobei die Angabe mindestens eine Ziffer links vom Zeichen und alle Ziffern rechts zeigt.
- Null kann durch eine Null ganz rechts ohne Dezimalzeichen angezeigt werden.
- Die Einheit ist so zu wählen, dass die angezeigten oder gedruckten Werte nicht mehr als eine nicht signifikante Null rechts haben. Bei Werten mit Dezimalzeichen ist die nicht signifikante Null nur an der dritten Stelle nach dem Dezimalzeichen zulässig.
- Sind die der optionalen Temperatur-Mengenbewertung zugrunde liegenden Werte produktabhängig einstellbar, muss aus der Anzeige zweifelsfrei hervorgehen, welche Werte verwendet wurden oder welche Flüssigkeit gemessen wurde.

Diese Anforderungen gelten ebenfalls für Abdruckeinrichtungen.

1.9.1 Sichtanzeige oder Ausdruck des Ergebnisses und Ausnahmen

Keine Konkretisierung.

1.9.2 Anzeige klar und eindeutig; zusätzliche Anzeigen

Zur Anzeige der Füllhöhe in Prozent der Gesamtfüllhöhe dürfen zusätzlich Grobanzeigen/Grobskalen vorhanden sein, die nicht der gesetzlichen Kontrolle unterliegen und eindeutig als solche gekennzeichnet sind.

1.9.3 Ausdruck gut lesbar und unauslöschlich

Keine Konkretisierung.

1.9.4 Direktverkauf

Keine Konkretisierung.

1.9.5 Versorgungsmessgeräte: Anzeige

Nicht anzuwenden.

1.10 Weiterverarbeitung von Daten zum Abschluss des Geschäftsvorgangs

Der Wert der Füllhöhe, das mit Hilfe der Peiltabelle berechnete Füllvolumen, ggf. das umgewertete Füllvolumen einschließlich der zur Umwertung zu Grunde gelegten Parameter (z. B. Ausdehnungskoeffizient, Dichte, Temperatur) und alle zur Bestimmung einer bestimmten Transaktion notwendigen Daten müssen mindestens vor Beginn und nach Ende der Transaktion für einen Zeitraum von mindestens 3 Monaten metrologisch sicher gespeichert oder sicher ausgedruckt werden.

Ist die Kapazität des Messwertspeichers erschöpft und sind noch keine Messdaten aufgrund der Dreimonatsfrist zum Überschreiben freigegeben, so darf es nicht möglich sein, dass eine weitere Messung begonnen werden kann.

1.10.1 Dauerhafte Aufzeichnung

Keine Konkretisierung.

1.10.2 Dauerhafter Nachweis

Keine Konkretisierung.

1.11 Konformitätsbewertung

Keine Konkretisierung.

1.12 Kennzeichnung und Aufschriften

Das automatische Füllstandsmessgerät muss mit nachfolgenden Angaben versehen sein, die gut sichtbar, leserlich und unauslöschlich sein müssen:

- Konformitätskennzeichnung gemäß § 14, Absatz 4 der Mess- und Eichverordnung
- Name oder Fabrikmarke oder Zeichen des Herstellers und zustellungsfähige Anschrift des Herstellers
- Seriennummer und Baujahr des Messgeräts
- Typenbezeichnung
- Nummer der Baumusterprüfbescheinigung
- Nennbetriebsbedingungen
- der Messbereich in Meter
- erforderlichenfalls die Masse des Schwimmers und des Messdrahts in Gramm.

Diese Angaben können auf einem Typenschild stehen, welches an einer gut sichtbaren Stelle angebracht ist.

Teil 2: Verwendungspflichten

Keine Konkretisierung.

Quellenverzeichnis

WELMEC 7.2 Softwareleitfaden (Europäische Messgeräte Richtlinie 2014/32/EU), 2020

Anhang A: Temperatur-Mengenbewertung

a) Temperatur-Mengenbewertung mit Transaktion:

Während einer Transaktion werden die in der jeweiligen Abgabeleitung/Befüllleitung gemessenen Temperaturen volumenproportional gemittelt. Nach Beendigung der Transaktion wird die mittlere Temperatur des abgegebenen/beladenen Produktes errechnet und daraus das Volumen bei der festgelegten Basistemperatur nach anerkannten Regeln der Technik errechnet.

b) Temperatur-Mengenbewertung ohne Transaktion:

Zur Temperaturmessung kann ein Mehrpunkt-Temperaturaufnehmer zur Messung der Durchschnittstemperatur gemäß PTB-A 14.7¹ verwendet werden.

Für die Umwertung und die Temperaturmessung gelten die Fehlergrenzen nach Richtlinie 2014/32/EU², Anhang VII, ($\pm 0,2\%$ vom umgewerteten Volumen bzw. $\pm 0,5\text{ °C}$).

Die der Umwertung zugrunde liegende Dichte ρ_0 im Basiszustand bzw. der thermische Ausdehnungskoeffizient α_0 bzw. der relative Dichteänderungsfaktor k_0 können entweder fest eingestellt oder produktabhängig einstellbar sein.

Die nachfolgend dargestellten Verfahren 1 und 2 für die Umwertung des Volumens im Messzustand V_T in den Basiszustand V_0 werden, soweit für eine bestimmte Flüssigkeit beide Verfahren angeboten werden, als gleichwertig angesehen.

Für die Durchführung der Umwertung sind flüssigkeitsspezifische Einstellwerte erforderlich. Es sind dies der fest einzustellende Dichteänderungsfaktor k_{0E} für das Verfahren 1 und die fest einzustellende Dichte ρ_{0E} bei 15 °C sowie die Einstellfaktoren K_0 und K_1 (bzw. P_1 bis P_4 für Propan) für das Verfahren 2.

Die nachfolgend dargestellten Verfahren für die Temperatur-Mengenbewertung und die Einstellwerte stammen aus den PTB-Mitteilungen 114 (2004), Heft 1³. Die in den Formeln zu den Verfahren verwendeten Formelzeichen sind mit Einheiten und Bezeichnung am Ende des Anhangs zusammengestellt.

¹ PTB-Anforderungen 14.7 „Temperaturmessgeräte. Temperaturmessenrichtungen in Tankanlagen (Tankthermometer)“ (11/2001). Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig und Berlin. <https://doi.org/10.7795/510.20150420M>

² 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). ABl. L 96, S. 149

³ G. Wendt, M. Rinker: Einstellwerte für Temperatur-Mengenwörter von Flüssigkeitszählern. PTB-Mitteilungen 114 (2004), Heft 1, S. 117-119

Verfahren 1: Gruppen B1, B3, B4

$$V_0 = V_T \cdot (1 - k_{0E} \cdot \Delta T)$$

$$\Delta T = T - 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

Verfahren 2: Gruppen B1, B3, B4

$$V_0 = V_T \cdot \frac{\rho_T}{\rho_{0E}}$$

$$\frac{\rho_T}{\rho_{0E}} = e^{-\lambda}$$

$$\lambda = \alpha_0 \cdot \Delta T \cdot (1 + \alpha_0 \cdot 0,8 \cdot \Delta T)$$

$$\alpha_0 = \frac{K_0}{\rho_{0E}^2} + \frac{K_1}{\rho_{0E}}$$

$$\Delta T = T - 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

Verfahren 2: Gruppe X-G1

$$V_0 = V_T \cdot \frac{\rho_T}{\rho_{0E}}$$

$$\frac{\rho_T}{\rho_{0E}} = 1 + \left(\frac{-P_1}{\rho_{0E}} + P_2\right) \cdot \Delta T + \left(\frac{-P_3}{\rho_{0E}} + P_4\right) \cdot (\Delta T)^2$$

$$\Delta T = T - 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

Tabelle A1: Dichteänderungsfaktoren k_{0E} sowie einzustellende Dichten im Basiszustand ρ_{0E}

		Verfahren 1	Verfahren 2	
Temperaturbereich	$T_{min} [^{\circ}C]$	-20	-18	
	$T_{max} [^{\circ}C]$	+50	+50	
		$10^3 \cdot k_{0E}$ [$^{\circ}C^{-1}$]	ρ_{0E} [kg/m ³]	Gruppe
Normalbenzin		1,21	741	B.1
Superbenzin		1,21	749	
EX ($0 \leq X \leq 20$)		1,21	749	
Naphta		1,29	715	
EX ($80 \leq X \leq 100$)		1,14		
Heizöl EL		0,84	846	B.4
Bioheizöl BX ($0 \leq X \leq 100$)		0,84	846	
Dieselöl		0,85	836	B.3
Biodiesel BX ($0 \leq X \leq 100$)		0,85	831 *)	
Düsentreibstoff		0,93	801	
Petroleum		0,91	807	
Propan		2,96	509	X-G1

*) Der Wert 831 kg/m³ ist bei Biodiesel ein fiktiver Wert, der nur zur Temperaturmengen-
umwertung verwendet werden darf; eine Umrechnung mit Hilfe dieses Wertes von Vo-
lumen in Masse ist nicht zulässig.

Für Flüssigkeiten, die oben nicht aufgeführt sind, hat der Verwender den Temperatur-
Dichte-Verlauf vorzulegen. Die Werte müssen von einem hierfür akkreditierten Prüflabor
ermittelt worden sein.

Tabelle A2: Einstellfaktoren K_0 und K_1 und zulässige Bereiche für Mineralöle der Gruppen B.1, B.3 und B.4 für das Verfahren 2

Gruppe	Dichtebereich		Temperaturbereich		Einstellfaktoren		Ausdehnungsfaktoren	
	$\rho_{0 \min}$	$\rho_{0 \max}$	T_{\min}	T_{\max}	K_0	K_1	$10^3 \alpha_{0 \max}$	$10^3 \alpha_{0 \min}$
	[kg/m ³]		[°C]		$\left[\frac{(kg/m^3)^2}{°C}\right]$	$\left[\frac{kg/m^3}{°C}\right]$	[°C ⁻¹]	
B.1	600,0	770,4	-18	95	346,4228	0,4388	1,6936	1,1533
B.3	787,6	824,0	-18	125	594,5418	0,0	0,9585	0,8456
	824,1	838,5	-18	150				
B.4	836,6	1200,0	-18	150	186,9696	0,4862	0,8456	0,5350

Tabelle A3: Einstellfaktoren P_1 bis P_4 und zulässige Bereiche für Mineralöle der Gruppe X-G1 für das Verfahren 2

Gruppe	Dichtebereich		Temperaturbereich		Einstellfaktoren			
	$\rho_{0 \min}$	$\rho_{0 \max}$	T_{\min}	T_{\max}	$10^3 \cdot P_1$	$10^6 \cdot P_2$	$10^3 \cdot P_3$	$10^6 \cdot P_4$
	[kg/m ³]		[°C]		$\left[\frac{kg/m^3}{°C}\right]$	[°C ⁻¹]	$\left[\frac{kg/m^3}{°C^2}\right]$	[°C ⁻²]
X-G1	500,0	600,0	-50	50	4075,0	5050,0	27,5	45,0

Übersicht zu den im Anhang verwendeten Formelzeichen mit Einheiten und Bezeichnung:

Volumen im Messzustand	V_T	[ℓ]
Volumen im Basiszustand	V_0	[ℓ]
Dichte im Messzustand	ρ_T	[kg/m ³]
Dichte im Basiszustand	ρ_{0E}	[kg/m ³]
Dichteänderungsfaktor	k_{0E}	[°C ⁻¹]
Temperatur im Messzustand	T	[°C]
Temperaturunterschied	ΔT	[°C]
thermischer Ausdehnungskoeffizient	α_0	[°C ⁻¹]
Einstellfaktoren für die Gruppen B.1, B.3 und B.4	K_0	$\left[\frac{(kg/m^3)^2}{°C}\right]$
	K_1	$\left[\frac{kg/m^3}{°C}\right]$

Einstellfaktoren für die Gruppe X-G1	<i>P1</i>	$\left[\frac{(kg/m^3)}{^{\circ}C} \right]$
	<i>P2</i>	$[^{\circ}C^{-1}]$
	<i>P3</i>	$\left[\frac{kg/m^3}{^{\circ}C^2} \right]$
	<i>P4</i>	$[^{\circ}C^{-2}]$
Abkürzung „min“ für minimal		
Abkürzung „max“ für maximal		



Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Bundesallee 100
38116 Braunschweig
www.ptb.de