

Grundsätzlich für den Punkt 6.5.5 Prüfung einzelner Behälter gilt:

Für die Prüfung einzelner Behälter (z.B. Speicherbecken, Hebewerke, Sonderbauwerke, Senkgrube, Klärbecken, Kleinkläranlagen, Ölabscheider, Fettabscheider) gelten einheitlich für alle Werkstoffe und für alle Abmessungen und Tiefen folgende Anforderungen:

Der Behälter ist bis zum höchstmöglichen Betriebswasserspiegel zu füllen. In Sonderfällen ist vom Auftraggeber die Höhe der Wasserfüllung vorzugeben. Bei der Prüfung müssen sämtliche Einbauten wie z.B. Steighilfen, Rohranschlüsse, Absturzbauwerke (Absturzpfeifen), bereits eingebaut sein.

Alle verwendeten Messmittel müssen geeicht und kalibriert sein.

Die Füllhöhe h [m] ist bei Prüfbeginn und Prüfende in kPa mit einer Genauigkeit von $\pm 0,05$ kPa am Behälterboden zu messen und automatisch auf den Prüfbericht zu übertragen.

Die Ermittlung des Wasserverlustes folgt durch Messung der tatsächlichen Pegelveränderung Δh_{eff} .

Die Verdunstung des Prüfmediums Wasser sowie ein eventueller Niederschlag während des Prüfzeitraumes sind zu berücksichtigen und im Prüfbericht zu dokumentieren.

Der zulässige spezifische Wasserverlust Δl ist beginnend bei 0 m² innerer benetzter Oberfläche 0,20 l/(m² · h) und linear abnehmend bis 400 m² innerer benetzter Oberfläche 0,05 l/(m² · h) (gem. Bild 3).

Der zulässige spezifische Wasserverlust Δl [l/(m²·h)] ist vorgegeben (siehe Bild 3).

Daraus ist der gesamt (maximal) zulässige Wasserverlust Δl_b [m³/h] zu berechnen. Dazu ist die innere benetzte Oberfläche A_b [m²] heranzuziehen.

Daraus kann man die maximal zulässige Pegelveränderung Δh_{max} [m/h] errechnen.

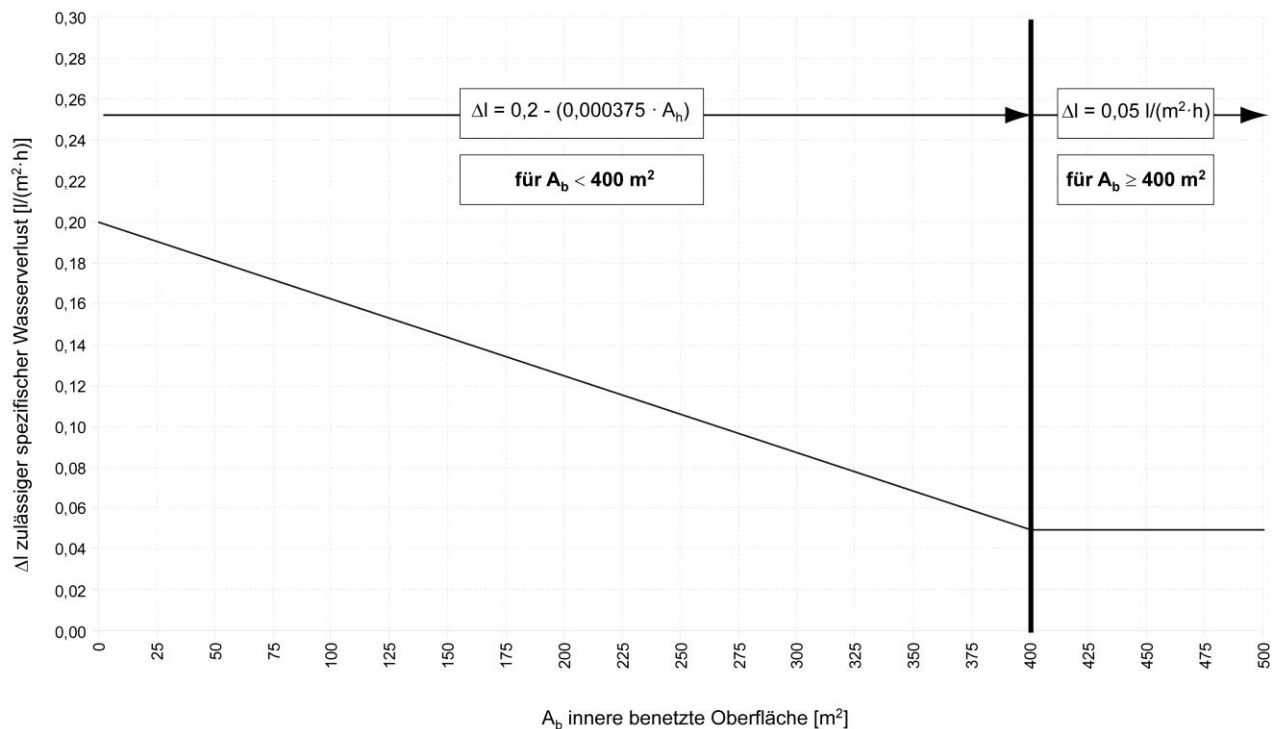


Bild 3 – Darstellung des zulässigen spezifischen Wasserverlustes

Der tatsächliche Wasserverlust $\Delta l_{b \text{ eff.}}$ in der Prüfzeit t ist durch Messung der tatsächlichen Pegelveränderung $\Delta h_{\text{eff.}}$ in Verbindung mit A_w in der Prüfzeit t festzustellen.

Der tatsächliche Wasserverlust darf den gesamt zulässigen Wasserverlust in der Prüfzeit nicht überschreiten.

Ist der tatsächliche Wasserverlust kleiner als bzw. gleich dem gesamt (maximal) zulässigen Wasserverlust so gilt der Behälter gemäß dieser ÖNORM als „dicht“.

Die maximale Abweichung des gemessenen Wertes $\Delta h_{\text{eff.}}$ [m/h] bei der Messung des tatsächlichen Wasserverlustes ist das Verhältnis der Genauigkeit G [m] des Pegelstand-Messgerätes zur Prüfzeit t [h] unter Einfluss der gewünschten Genauigkeit der Messung (dargestellt durch den Faktor f []).

Aus diesem Zusammenhang ergibt sich die Prüfzeit t [h].

Die maximale Abweichung des gemessenen Wertes $\Delta h_{\text{eff.}}$ darf 10% der maximal zulässigen Pegelveränderung $\Delta h_{\text{max.}}$ nicht überschreiten. Das ergibt den Faktor 10. Für höhere Genauigkeiten kann z.B. 5% somit der Faktor 20 herangezogen werden.

Für die Genauigkeit der Messung ist der Faktor $f = 10$ oder größer heranzuziehen. Siehe Tabelle 8.

Tabelle 8 - Prozente und Faktoren

| maximale Abweichung der Werte Δl_b oder Δh_{max} in % | Berechnung | Faktor f |
|---|--------------|---------------|
| 10% | 100% / 10% = | 10 |
| 5 % | 100% / 5% = | 20 |
| 1 % | 100% / 1% = | 100 |

Daraus ist zu erkennen, dass je größer der Faktor desto genauer das Ergebnis.

Es ergibt sich auch, dass je genauer man messen will desto länger wird die Prüfzeit.

Berechnung der Prüfzeit t :

$$t = \frac{A_w \cdot G \cdot f}{\Delta l_b}$$

Es bedeutet:

- t Prüfzeit t [h]
- A_w Wasserspiegelfläche [m²]
- Δl_b gesamt zulässiger Wasserverlust [m³/h]
- G Genauigkeit des Pegelstand-Messgerätes in [m]
- f Faktor der Genauigkeit der Messung []

Anhand von Beispielen wird die Pegelmessung erklärt:

Im Beispiel 1 werden die Formeln an Hand einer Behältervorgabe abgeleitet und erklärt.
Die Beispiele 2 und 3 beinhalten die Variationen verschiedener Behälterformen (Zylinder und Kubus) sowie unterschiedliche Pegelstandsmessgeräte und Faktoren f . Die Beispiele 2 und 3 könnten zum besseren Verständnis der Anwender auch als Anlage der ÖNorm beigefügt werden.

Beispiel 1:

Es wurde ein zylindrischer Behälter mit dem Durchmesser von 0,936 m gewählt, um für die bessere und einfachere Darstellung vom zulässigen Wasserverlust Δl_b (ca. 1 Liter) einen Messbehälter mit 2 Liter Volumen verwenden zu können.

Behälter (Form = zylindrisch):

Durchmesser $d = 0,936$ m

Füllhöhe $h = 1,5$ m

Genauigkeit G des Pegelstand-Messgerätes = 0,00005 m

maximale Abweichung vom gemessenen Wert mit 10% als Faktor $f = 10$

Innere benetzte Oberfläche A_b in [m²]

$A_b = \text{Wandfläche} + \text{Bodenfläche}$

Wandfläche = $d \cdot \pi \cdot h = 0,936 \cdot \pi \cdot 1,5 = 4,41$ m²

Bodenfläche = $(d^2 \cdot \pi) / 4 = (0,936^2 \cdot \pi) / 4 = 0,69$ m²

Innere benetzte Oberfläche: $A_b = 4,41$ m² + 0,69 m² = 5,1 m²

Wasserspiegelfläche A_w in [m²]

$A_w = (d^2 \cdot \pi) / 4 = (0,936^2 \cdot \pi) / 4 = 0,69$ m²

Messgenauigkeit des Pegelstand-Messgerätes G in [m]

Ergibt sich direkt aus der Eichzulassung oder wird daraus errechnet.

$G = 0,00005$ m

Zulässiger spezifischer Wasserverlust Δl in [Liter/ (m² · h)]

gemäß Bild 3 - Entwurf ÖNorm B2503 – 2009:

Der zulässige spezifische Wasserverlust Δl ist beginnend bei 0 m² innerer benetzter Oberfläche 0,20 l/(m² · h) und linear abnehmend bis 400 m² innerer benetzter Oberfläche 0,05 l/(m² · h).

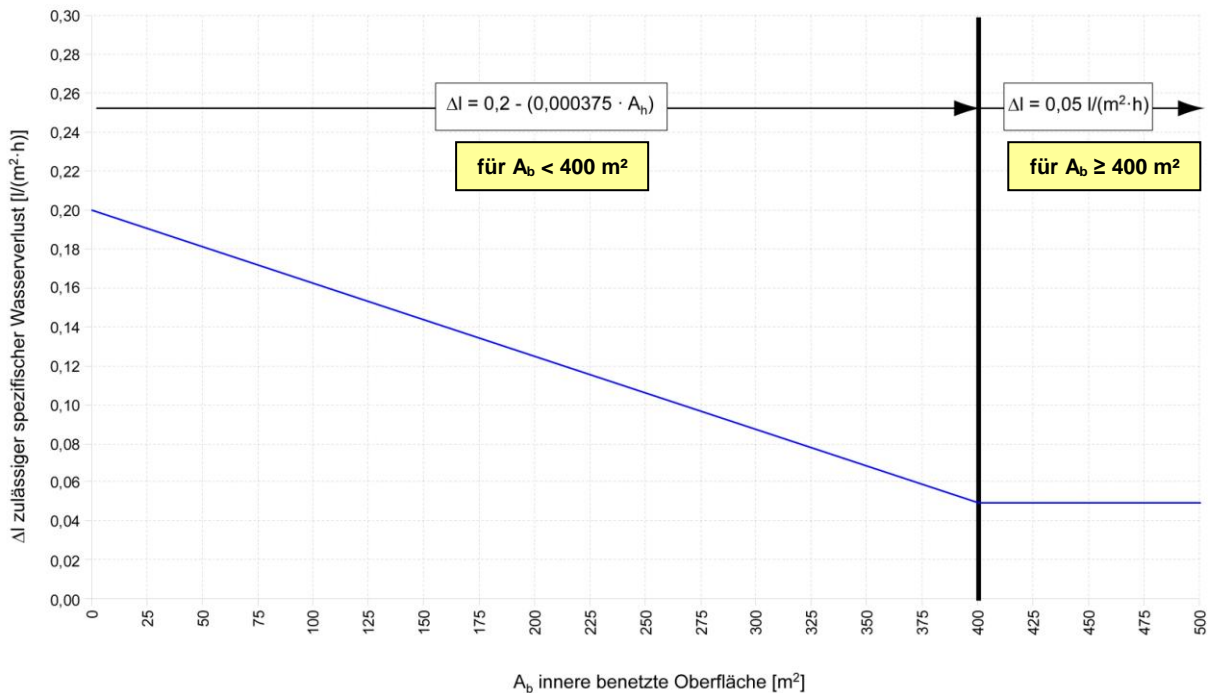


Bild 3: oder mittels Formel zur Berechnung:

Formel: Folgend für Δl wenn $A_b < 400 \text{ m}^2$ ist (für $\Delta l = 0,05$ wenn $A_b \geq 400 \text{ m}^2$ ist)

$$\Delta l = 0,2 - [(0,2-0,05)/400] \cdot A_b \quad \text{oder} \quad \Delta l = 0,2 - (0,000375 \cdot A_b)$$

$$\Delta l = 0,2 - (0,000375 \cdot 5,1) = \mathbf{0,198 \text{ l/(m}^2 \cdot \text{h)}}$$

$$\Delta l = 0,198 \text{ l/(m}^2 \cdot \text{h) oder } \mathbf{0,000198 \text{ m}^3 \text{/(m}^2 \cdot \text{h)}}$$

$$\Delta l = 0,2 - (0,000375 \times A_b)$$

für $A_b < 400 \text{ m}^2$

$$\Delta l = 0,05$$

für $A_b \geq 400 \text{ m}^2$

$$\frac{l}{\text{m}^2 \times h}$$

Gesamt zulässiger Wasserverlust des Behälters (100%) Δl_b in $[m^3/h]$

$$\Delta l_b = \Delta l \cdot A_b = 0,000198 \cdot 5,1 = \mathbf{0,0010098 \text{ m}^3/h}$$
 (siehe Abbildung 1)

$$\frac{m^3}{m^2 \times h} \times m^2 = m^3 / h$$

$$\Delta l_b = \Delta l \times A_b$$

Faktor f []

Der maximal zulässige Wasserverlust Δl_b mit $0,0010098 \text{ m}^3/h$ ist 100 %.

Die maximal zulässige Pegelveränderung $\Delta h_{\max.}$ mit $0,00146 \text{ m/h}$ ist 100 %.

Gemäß Textierung: Punkt 6.5.5 Prüfung einzelner Behälter

Die maximale Abweichung des gemessenen Wertes $\Delta h_{\text{eff.}}$ darf 10% der maximal zulässigen Pegelveränderung $\Delta h_{\max.}$ nicht überschreiten. Das ergibt den Faktor 10. Für höhere Genauigkeiten kann z.B. 5% somit der Faktor 20 herangezogen werden.

Informativ:

Die **maximale Abweichung vom Wert Δl** darf 10% betragen, also ist die maximale Abweichung vom Wert mit $\Delta l_{b10\%}$ benannt.

$$\Delta l_{b10\%} = \Delta l_b \cdot (10\%/100\%) = 0,0010098 \cdot 0,1 = \mathbf{0,00010098 \text{ m}^3/h}$$

$$\frac{m^3}{h}$$

In der Norm nicht vorhanden! Nur hier als Beschreibung und Berechnung benötigt!

$$\Delta l_{b10\%} = \frac{\Delta l_b \times 10\%}{100\%}$$

Die **maximal zulässige Pegelveränderung $\Delta h_{\max.}$** ist das Bindeglied zwischen der **Genauigkeit G** des Pegelstand-Messgerätes und dem **Faktor f** (für die maximal zulässige Abweichung der Messung $\Delta h_{\max.10\%}$) (siehe Abbildung 1 und 2).

Die **maximal zulässige Pegelveränderung $\Delta h_{\max.}$** in $[m/h]$

$$\Delta h_{\max.} = \Delta l_b / A_w = 0,0010098 / 0,69 = \mathbf{0,00146 \text{ m/h}}$$

$$\Delta h_{\max.10\%} = \Delta l_b / A_w \cdot (10\%/100\%) = \mathbf{0,000146 \text{ m/h}}$$

In der Norm nicht vorhanden! Nur hier als Beschreibung und Berechnung benötigt!

$$\frac{m^3 / h}{m^2} = m / h$$

$$\Delta h_{\max.10\%} = \frac{\Delta l_b}{A_w} \times \frac{10\%}{100\%}$$

Abbildung 1

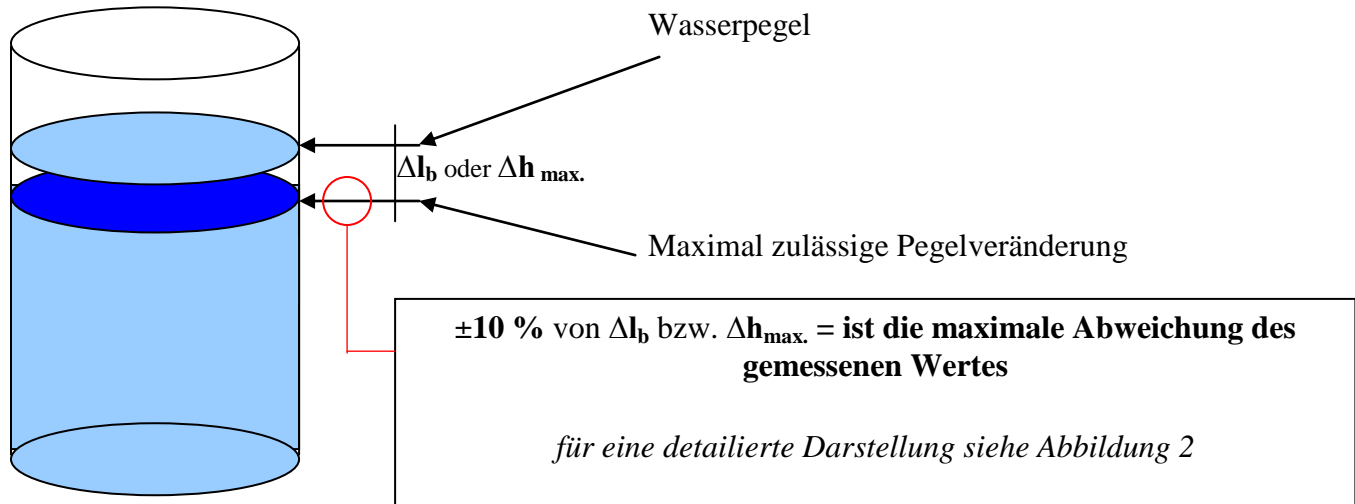
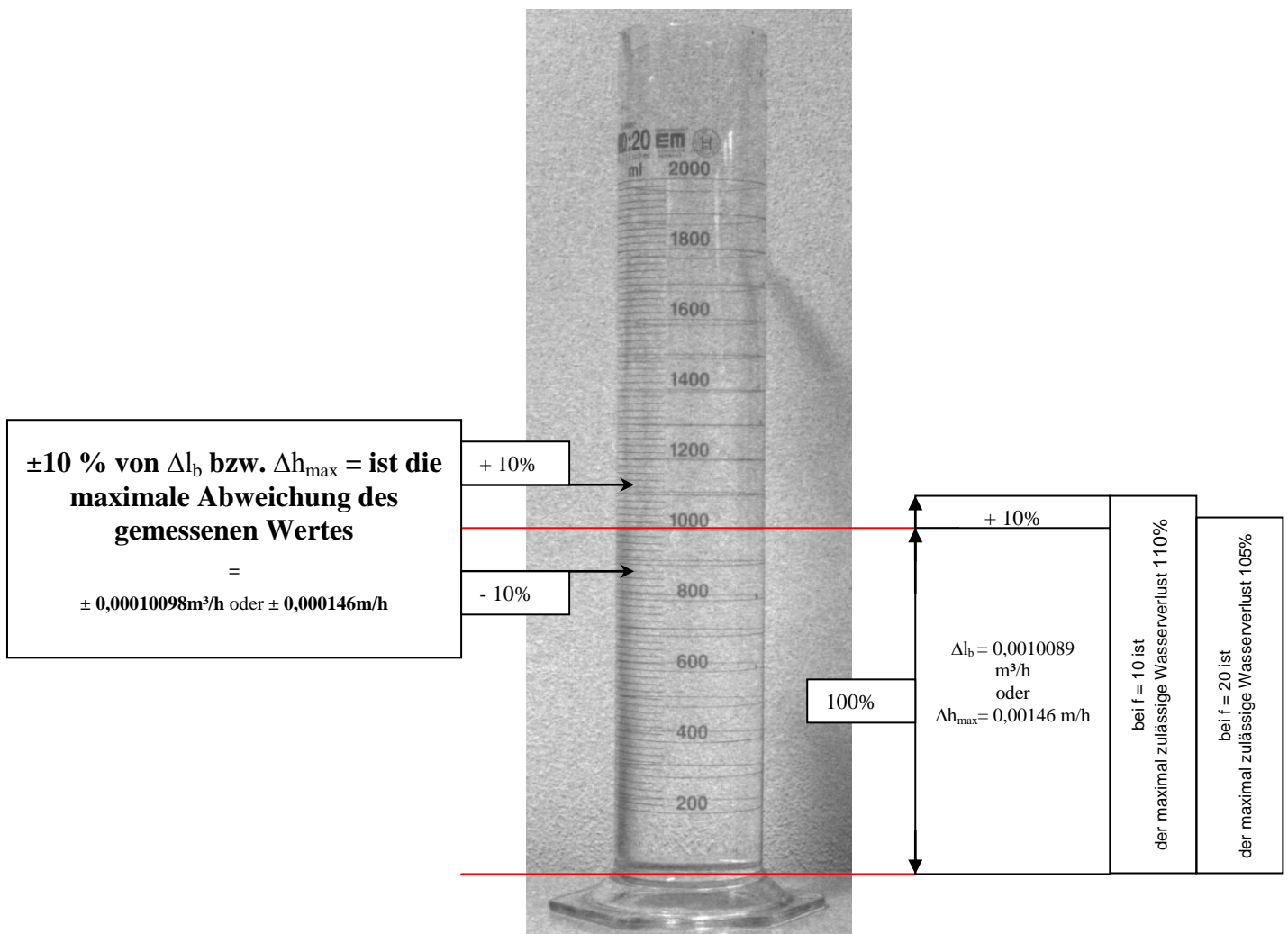


Abbildung 2



Prüfzeit t in [h]

Basierend auf Gleichung: „Die Abweichung (10%) der maximal zulässigen Pegelveränderung Δh_{\max} ist das Verhältnis der Genauigkeit G des Pegelstand-Messgerätes zur Prüfzeit t “. Daraus ergibt sich nach einer Formelumwandlung die Prüfzeit t . Hierbei kann das Pegelstand-Messgerät frei gewählt werden sowie kann die maximale Abweichung des gemessenen Wertes durch den Faktor f geringer und somit die Messung genauer werden.

Gleichungen:

$$\Delta h_{\max .10\%} = \frac{G}{t}$$

$$\Delta h_{\max .10\%} = \frac{\Delta l_b}{A_W} \times \frac{10\%}{100\%}$$

$$\frac{\Delta l_b}{A_W} \times \frac{10\%}{100\%} = \frac{G}{t}$$

Umgewandelt:

$$t = \frac{A_W \times G}{\Delta l_b} \times \frac{100\%}{10\%}$$

| % gewünschte Genauigkeit | Berechnung | Faktor f |
|--------------------------|--------------|------------|
| 10% | 100% / 10% = | 10 |
| 5 % | 100% / 5% = | 20 |
| 1 % | 100% / 1% = | 100 |

$$f = \frac{100\%}{10\%} = 10$$

Gekürzt und der Faktor f eingeführt:

$$t = \frac{A_W \times G \times f}{\Delta l_b}$$

Die fertige Formel zur Berechnung der Prüfzeit:

$$t = \frac{A_W \times G \times f}{\Delta l_b}$$

Nun die errechneten und fixen Werte eingesetzt:

$$\frac{m^2 \times m \cdot 10}{m^3/h} = h$$

$$\frac{0,69m^2 \times 0,00005m \cdot 10}{0,0010089 m^3/h} = 0,34h$$

Die **Prüfzeit t = 0,34 h** · 60 min = 20,4 = **20 Minuten 24 sek**

Jetzt kann man für die Prüfzeit den maximal zulässigen Wasserverlust und Pegelveränderung berechnen.

$\Delta l_b \cdot t = 0,0010089 m^3/h \cdot 0,34 h = 0,000343 m^3$ oder **0,34 Liter** in der **Prüfzeit t** von 20 min 24 sek

oder

$\Delta h_{max} \cdot t = 0,00146 m/h \cdot 0,34 h = 0,0005 m$ oder **0,50 mm** in der **Prüfzeit t** von 20 min 24 sek

Beispiel 2:

Behälter (Form = zylindrisch):

Durchmesser $d = 6,0$ m

Füllhöhe $h = 3,5$ m

Genauigkeit G des Pegelstand-Messgerätes = **0,00005 m** (0,05mm)

maximale Abweichung vom gemessenen Wert mit 10% als **Faktor $f = 10$**

Innere benetzte Oberfläche A_b in [m²]

$A_b = \text{Wandfläche} + \text{Bodenfläche}$

Wandfläche = $d \cdot \pi \cdot h = 6,0 \cdot \pi \cdot 3,5 = 65,97$ m²

Bodenfläche = $(d^2 \cdot \pi) / 4 = (6,0^2 \cdot \pi) / 4 = 28,27$ m²

Innere benetzte Oberfläche: $A_b = 65,97$ m² + $28,27$ m² = **94,24** m²

Wasserspiegelfläche A_w in [m²]

$A_w = (d^2 \cdot \pi) / 4 = (6,0^2 \cdot \pi) / 4 = 28,27$ m²

Zulässiger spezifischer Wasserverlust Δl in [Liter/ (m² · h)]

$\Delta l = 0,2 - (0,000375 \cdot 94,24) = 0,165$ l/(m²·h)

$\Delta l = 0,000165$ m³/(m²·h)

$$\Delta l = 0,2 - (0,000375 \times A_b)$$

für $A_b < 400$ m²

Gesamt zulässiger Wasserverlust des Behälters (100%) Δl_b in [m³/h]

$\Delta l_b = \Delta l \cdot A_b = 0,000165 \cdot 94,24 = 0,0155$ m³/h

$$\Delta l_b = \Delta l \times A_b$$

Prüfzeit t in [h]

$$t = \frac{28,27 \text{ m}^2 \times 0,00005 \text{ m} \cdot 10}{0,0155 \text{ m}^3/\text{h}} = 0,91 \text{ h}$$

$$t = \frac{A_w \times G \times f}{\Delta l_b}$$

$\Delta l_b \cdot t = 0,0155$ m³/h · 0,91 h = 0,0141 m³ oder **14,1 Liter** in der Prüfzeit t von 54 min 36 sek

oder $\Delta h_{\text{max.}} = \Delta l_b / A_w = 0,0155 / 28,27 = 0,00055$ m/h

$\Delta h_{\text{max.}} \cdot t = 0,00055$ m/h · 0,91 h = 0,0005 m oder **0,50 mm** in der Prüfzeit t von 54 min 36 sek

Beispiel 3:

Behälter (Form = kubisch):

Länge $l = 15,0$ m

Breite $b = 7,5$ m

Füllhöhe $h = 7,8$ m

Genauigkeit G des Pegelstand-Messgerätes = **0,0002 m** (0,2mm)

maximale Abweichung vom gemessenen Wert mit 5% als **Faktor $f = 20$**

Innere benetzte Oberfläche A_b in [m²]

$A_b = \text{Wandfläche} + \text{Bodenfläche}$

Wandfläche = $U \cdot h = (l + l + b + b) \cdot h = (15,0 + 15,0 + 7,5 + 7,5) \cdot 7,8 = 351,0$ m²

Bodenfläche = $l \cdot b = 15,0 \cdot 7,5 = 112,5$ m²

Innere benetzte Oberfläche: $A_b = 351,0$ m² + $112,5$ m² = **463,5** m²

Wasserspiegelfläche A_w in [m²]

$A_w = l \cdot b = 15,0 \cdot 7,5 = 112,5$ m²

Zulässiger spezifischer Wasserverlust Δl in [Liter/ (m² · h)]

$\Delta l = 0,05$ l/(m²·h)

$\Delta l = 0,00005$ m³/(m²·h)

$$\Delta l = 0,05$$

für $A_b \geq 400$ m²

Gesamt zulässiger Wasserverlust des Behälters (100%) Δl_b in [m³/ h]

$\Delta l_b = \Delta l \cdot A_b = 0,00005 \cdot 463,5 = 0,0232$ m³/h

$$\Delta l_b = \Delta l \times A_b$$

Prüfzeit t in [h]

$$t = \frac{112,5 \text{ m}^2 \times 0,0002 \text{ m} \cdot 20}{0,0232 \text{ m}^3/\text{h}} = 19,4 \text{ h}$$

$$t = \frac{A_w \times G \times f}{\Delta l_b}$$

$\Delta l_b \cdot t = 0,0232$ m³/h · 19,4 h = 0,45 m³ oder **450,1 Liter** in der Prüfzeit t von 19h 24 min

oder $\Delta h_{\text{max.}} = \Delta l_b / A_w = 0,0232 / 112,5 = 0,00021$ m/h

$\Delta h_{\text{max.}} \cdot t = 0,00021$ m/h · 1,94 h = 0,004 m oder **4 mm** in der Prüfzeit t von 19h 24 min

Beispiel 4:

Folgend die Tabelle 8 inklusive der nicht zulässigen Prozente und Faktoren.

Tabelle 8 - Prozente und Faktoren

| maximale Abweichung der Werte ΔI_b oder Δh_{\max} in % | Berechnung | Faktor <i>f</i> |
|---|---------------------|----------------------------|
| 100 % | 100% / 100% = | 1 |
| 50 % | 100% / 50% = | 2 |
| 20% | 100% / 20% = | 5 |
| 10% | 100% / 10% = | 10 |
| 5 % | 100% / 5% = | 20 |
| 1 % | 100% / 1% = | 100 |

10% wurde Aufgrund technischer, umweltrelevanter und wirtschaftlicher bzw. juristischer Kriterien gewählt.