

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung eines restlichen Leervolumens (V_{leer}) in einem zur Aufnahme eines Prozessmediums (PM) vorgesehenen und druckdicht verschließbaren Behälter (1),
- 5 wobei es sich bei dem restlichen Leervolumen (V_{leer}) um ein restliches, von einem Medium, insbesondere dem Prozessmedium (PM) oder einem Reinigungsmedium (RM), einnehmbares Volumen des Behälters (1) handelt, umfassend zumindest die Schritte:
- Messen eines in dem Behälter (1) anfänglich vorliegenden ersten Drucks (p_0);
 - 10 - Einströmen eines gasförmigen Druckerhöhungsmediums (M_{test}) durch einen Zulauf (2) in den Behälter (1), wobei das in den Behälter (1) eingeströmte Druckerhöhungsmedium (M_{test}) das restliche Leervolumen (V_{leer}) einnimmt und der anfänglich vorliegende erste Druck (p_0) auf einen erhöhten zweiten Druck (p_h) erhöht wird;
 - Messen des erhöhten zweiten Drucks (p_h);
 - 15 - Bestimmung der durch das Einströmen des Druckerhöhungsmediums (M_{test}) verursachten Druckerhöhung $\Delta p = p_h - p_0$;
 - Ermittlung eines Volumens ($V_{M_{\text{test}}}$) des in den Behälter (1) eingeströmten Druckerhöhungsmediums (M_{test});
 - Messen einer in dem Behälter (1) vorliegenden Temperatur (T);
 - 20 - Bestimmung des restlichen Leervolumens (V_{leer}) anhand der Druckerhöhung Δp , des Volumens ($V_{M_{\text{test}}}$) des Druckerhöhungsmediums (M_{test}) und der Temperatur (T).
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das restliche Leervolumen (V_{leer}) wie folgt aus der Druckerhöhung Δp , dem Volumen ($V_{M_{\text{test}}}$) des Druckerhöhungsmediums (M_{test}), der Temperatur (T), sowie aus einer vorgebbaren Bezugstemperatur (T_n) und einem vorgebbaren Bezugsdruck (p_n) bestimmt wird:
- $$V_{\text{leer}} = V_{M_{\text{test}}} \cdot \frac{T + T_n}{T_n} \cdot \frac{p_n}{\Delta p + p_n}$$
- 30 wobei es sich bei T_n um die vorgebbare Bezugstemperatur und bei p_n um den vorgebbaren Bezugsdruck handelt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, umfassend die Schritte:
- 35 - Kontinuierliches Messen eines Volumen-Durchflusses des Druckerhöhungsmediums (M_{test}) während des Einströmens des Druckerhöhungsmediums (M_{test}) durch den Zulauf (2) in den Behälter (1) mittels eines an dem Zulauf (2) angebrachten Durchfluss-Messgeräts (3),

insbesondere mittels eines Coriolis-Durchfluss-Messgeräts;

- Bestimmung des Volumens (V_{Mtest}) des in den Behälter (1) eingeströmten Druckerhöhungsmediums (M_{test}) mittels des gemessenen Volumen-Durchflusses beim Einströmen.

5

4. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, umfassend die Schritte:

- Vorgabe eines vorgebbaren Soll-Drucks (p_{hsoll}) und/oder einer vorgebbaren Soll-Druckerhöhung (Δp_{soll});
- 10 - Übermittlung des gemessenen, anfänglich vorliegenden ersten Drucks (p_0) an eine zum Ansteuern einer Ventileinheit (4) ausgestalteten Regel-/Auswerteeinheit (5);
- Im Wesentlichen kontinuierliches Messen während des Einströmens des dabei vorliegenden, erhöhten zweiten Drucks (p_h) und Übermittlung des gemessenen erhöhten zweiten Drucks (p_h) an die Regel-/Auswerteeinheit (5);
- 15 - Ansteuern der Ventileinheit (4) durch die Regel-/Auswerteeinheit (5) derart, dass das Druckerhöhungsmedium (M_{test}) solange in den Behälter (1) einströmt, bis der erhöhte zweite Druck (p_h) den vorgegebenen Soll-Druck (p_{hsoll}) und/oder bis die Druckerhöhung (Δp) die vorgegebene Soll-Druckerhöhung (Δp_{soll}) erreicht.

20 5. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche 1 bis 3, umfassend die Schritte:

- Vorgabe eines vorgebbaren Soll-Volumens ($V_{Mtestsoll}$) des Druckerhöhungsmediums (M_{test});
- Im Wesentlichen kontinuierliches Übermitteln des vom Durchflussmessgerät (3)
- 25 gemessenen Volumens (V_{Mtest}) des eingeströmten Druckerhöhungsmediums (M_{test}) an die Regel-/Auswerteeinheit (5) während des Einströmens;
- Ansteuern der Ventileinheit (4) durch die Regel-/Auswerteeinheit (5) derart, dass das Druckerhöhungsmedium (M_{test}) solange in den Behälter (1) einströmt, bis das gemessene Volumen (V_{Mtest}) das vorgebbare Soll-Volumen ($V_{Mtestsoll}$) erreicht.

30

6. Verfahren nach zumindest einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Schritte des Verfahrens mit einem Behälter (1) durchgeführt werden, in dem sich ein Medium, insbesondere ein Reinigungsmedium (RM) oder das Prozessmedium (PM), befindet, so dass das restliche Leervolumen (V_{leer}) für den mit Medium gefüllten Behälter (1) bestimmt wird,

35 und wobei das Volumen (V_{med}) des Mediums in dem Behälter (1) anhand einer Differenz zwischen einem von einem Medium, insbesondere von dem Prozessmedium (PM) oder von einem Reinigungsmedium (RM), einnehmbaren Gesamtleervolumen ($V_{gesleer}$) in dem

leeren Behälter (1) und dem restlichen Leervolumen (V_{leer}) für den mit Medium gefüllten Behälter (1) bestimmt wird:

$$V_{\text{med}} = V_{\text{gesleer}} - V_{\text{leer}}$$

5

7. Verfahren nach Anspruch 6,

wobei die Schritte des Verfahrens mit einem leeren Behälter (1) durchgeführt werden, und wobei das dabei bestimmte restliche Leervolumen (V_{leer}) des leeren Behälters (1) als das von einem Medium, insbesondere von dem Prozessmedium (PM) oder von einem Reinigungsmedium (RM), einnehmbare Gesamtleervolumen (V_{gesleer}) in dem leeren Behälter (1) bestimmt wird.

10

8. Verfahren zur Vor-Ort Kalibrierung eines Füllstandsmessgeräts (6), das zur Bestimmung und/oder Überwachung eines Füllstands (L) eines Mediums in dem Behälter (1), insbesondere eines Prozessmediums (PM) oder Reinigungsmediums (RM), ausgestaltet ist,

15

wobei es sich insbesondere um ein berührungslos arbeitendes Füllstandsmessgerät (6) handelt, umfassend zumindest die Schritte:

- Ermitteln des Volumens (V_{med}) des Mediums in dem Behälter (1) über das Verfahren zur Bestimmung des restlichen Leervolumens (V_{leer}) nach Anspruch 6 oder 7;
- Messen des Füllstands (L) des Mediums in dem Behälter (1) mit dem Füllstandsmessgerät (6);
- Ermittlung eines Volumens des Mediums (V_{med}) in dem Behälter (1) mit dem Füllstandsmessgerät (6) anhand einer, insbesondere anfänglich bestimmten, hinterlegten Relation ($V_{\text{med}}(h)$) zwischen dem mit dem Füllstandsmessgerät (6) gemessenen Füllstand (L) und einem vom Füllstand (L) abhängigen Volumen (V_{med}) des Mediums in dem Behälter (1);
- Feststellen, Dokumentieren und/oder Anzeigen zumindest des Unterschieds zwischen dem durch das Füllstandsmessgerät (6) ermittelten Volumen (V_{med}) des Mediums in dem Behälter (1) und dem über das Verfahren zur Bestimmung des restlichen Leervolumens (V_{leer}) ermittelten Volumen (V_{med}) des Mediums in dem Behälter (1).

20

25

30

9. Verfahren nach Anspruch 8,

umfassend den Schritt;

- Justierung des Füllstandsmessgeräts (6), wobei der Messwert des Füllstandsmessgeräts (6) derart angepasst wird, dass das mit dem Füllstandsmessgerät (6) ermittelte Volumen (V_{med}) des Mediums in dem Behälter (1) mit dem durch das Verfahren zur Bestimmung des restlichen Leervolumens (V_{leer}) ermittelten Volumens (V_{med}) des Mediums in dem Behälter (1) übereinstimmt.

35

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9,
wobei als Druckerhöhungsmedium (Mtest) Umgebungsluft oder ein hochreines Gas, insbesondere gereinigte Umgebungsluft oder CO₂ verwendet wird.
- 5 11. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 10,
wobei bei dem Einströmen des Druckerhöhungsmediums (Mtest) eine unter Druck stehende Gasflasche (10) oder ein Druckluftsystem (11) einer Prozessanlage, in welcher das Vor-Ort Verfahren zur Kalibrierung eines Füllstandsmessgeräts (6) durchgeführt wird, verwendet wird.
- 10 12. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 8 bis 11,
wobei die Vor-Ort Kalibrierung des Füllstandsmessgeräts (6) nach einer Reinigung des Behälters (1) mit einem Reinigungsmedium (RM) erfolgt, wobei das Reinigungsmedium (RM) als das bei der Vor-Ort Kalibrierung verwendete Medium dient,
und wobei insbesondere nach der Vor-Ort Kalibrierung des Füllstandsmessgeräts (6) eine
15 Dampfsterilisation des Behälters (1) erfolgt.
13. Vor-Ort Kalibriermodul für ein Füllstandsmessgerät, das zur Vor-Ort Kalibrierung des Füllstandsmessgeräts (6) nach mindestens einem der Ansprüche 8 bis 12 ausgestaltet ist, umfassend ein an dem Zulauf (2) angeordnetes Durchflussmessgerät (3), ein zum Messen des
20 anfänglichen Drucks (p_0) und des erhöhten zweiten Drucks (p_h) ausgestaltetes Druckmessgerät (7), ein zum Messen der Temperatur in dem Behälter (1) ausgestaltetes Temperaturmessgerät (8), und eine Regel-/Auswerteeinheit (5).
14. Vor-Ort Kalibriermodul nach Anspruch 13,
25 wobei das Druckmessgerät (7) und/oder das Temperaturmessgerät (8) an dem Zulauf (2) angeordnet sind.
15. Vor-Ort Kalibriermodul nach Anspruch 13 oder 14,
wobei das Vor-Ort Kalibriermodul als ein mobiles Vor-Ort Kalibriermodul ausgestaltet ist, welches
30 insbesondere mit einer zweiten, an dem Behälter (1) angeordneten Ventileinheit (9) verbindbar ist.
16. Vor-Ort Kalibriermodul nach Anspruch 13 oder 14,
wobei das Vor-Ort Kalibriermodul an dem Behälter (1) angeordnet und mit dem Behälter (1) fest verbunden ist.