Periphere Komponenten eines Belüftungssystems – was neben Drucklufterzeugern wichtig ist

6. Infotag IWAR Abwassertechnik, 20. September 2018, Darmstadt Planung und Betrieb von Belüftungssystemen im In- und Ausland

Wilhelm P. Frey



6. Infotag IWAR, 20. September 2018, Darmstadt

1/39

INHALT

- ⇒ Systemauswahl
- ⇒ Realistische Dimensionierung der Anlage
- ⇒ Komponenten eines Belüftungssystems
- Abstimmung der Systemkomponenten
- ⇒ Kontrolle der Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit

SYSTEMAUSWAHL

Druck- Oberflächenbelüftungssystem belüftungssystem

- ⇒ Auch Oberflächenbelüftungssysteme prüfen
- ⇒ Auswahl erfolgt auf Basis
 - →der Gewichtung der Gebrauchseigenschaften
 - →der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auf die Bestandsdauer der Kläranlage
 - →Methodik ist im M229-1 dargestellt

6. Infotag IWAR, 20. September 2018, Darmstadt



3/39

KOMPONENTEN EINES BELÜFTUNGSSYSTEMS (1)

- ⇒ Ansaugregister, Ansaugfilter
- ⇒ Ansaugluftkanäle, Ansaugschalldämpfer
- ⇒ Rückschlagarmatur, Überdrucksicherung, Anfahrentlastung, Druckschalldämpfer, Kompensatoren
- Rohrleitungen vom Gebläse zum Becken (DWA-M 275)
- ⇒ Absperrventile, Regelventile

KOMPONENTEN EINES BELÜFTUNGSSYSTEMS (2)

- **→ Messeinrichtungen** (DWA-M 264)
 - →Luftvolumenstrom
 - **→Systemdruck**
- Verteilleitungen, Fallleitungen, Bodenverrohrung
- **⇒** Belüfterelemente (Anordnung)
- **⇒** Entwässerungseinrichtungen
 - **→automatisch**
 - →manuell
- ⇒ Rührwerke bei Umlaufbecken

6. Infotag IWAR, 20. September 2018, Darmstadt



5/39

TRANSPORTLEITUNGEN

- Wirtschaftliche Rohrdurchmesser (Investitionskosten-Betriebskosten)
- ⇒ Wandstärke → Transport und Montagelasten!
- ⇒ **Schwingungstechnische** Betrachtung (Lärmschutz)
- ⇒ Entwässerungsmöglichkeit an Tiefpunkten
- ⇒ Isolierung als Berührungsschutz (Verbrennungsgefahr)
- ⇒ Strömungsgeschwindigkeit der Luft im Rohr (typische Werte 10-15 m/s)
- ⇒ Druckverlust in der Leitung (ohne Mess- und Regelein-richtungen) vom Gebläse zu den Belebungsbecken kleiner als 30 hPa; (typischer Wert 20 hPa)

Verteilleitungen – Fallleitungen

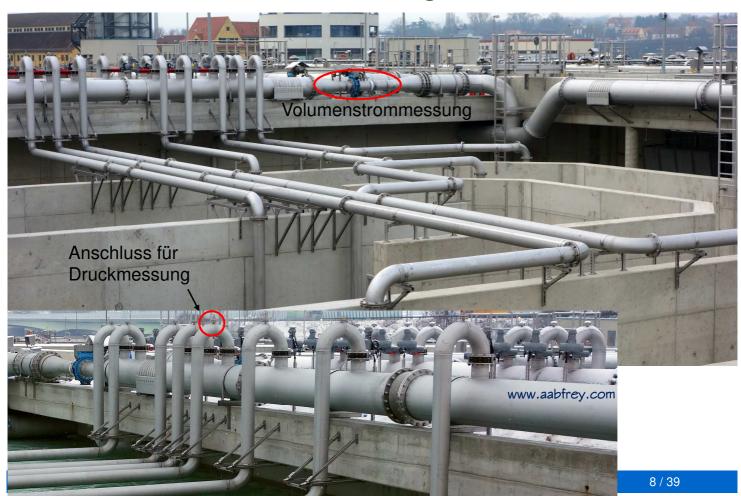
- Wirtschaftliche Rohrdurchmesser (Investitionskosten-Betriebskosten)
- ⇒ Entwässerungsmöglichkeit an Tiefpunkten
- ⇒ Strömungsgeschwindigkeit der Luft im Rohr (typische Werte 8-12 m/s)
- → Druckverlust in der Leitung vom Becken zum Belüfter kleiner als 20 hPa (typischer Wert 10 hPa)

6. Infotag IWAR, 20. September 2018, Darmstadt



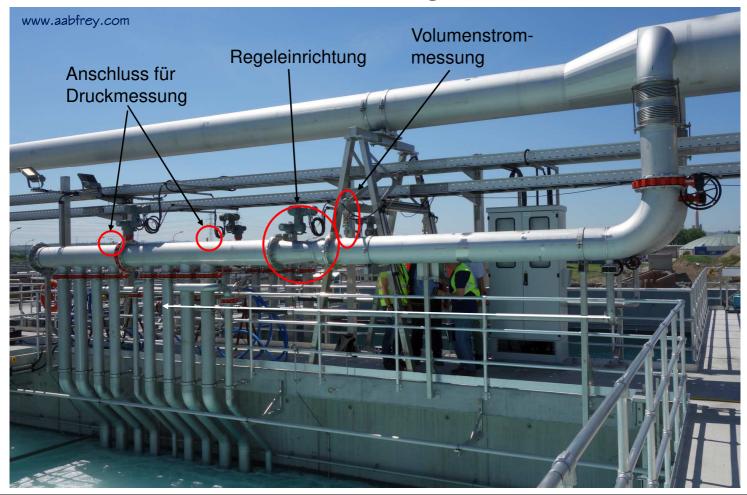
7 / 39

Luftverteilung (1)





Luftverteilung (3)



Kontrollmöglichkeit für den Druckverlust der Belüfter



6. Infotag IWAR, 20. September 2018, Darmstadt



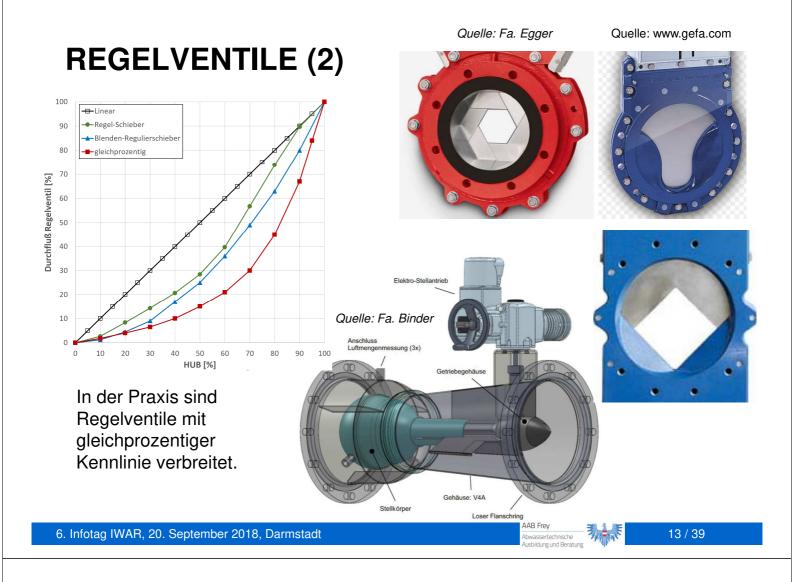
11 / 39

REGELVENTILE (1)

⇒ <u>ZIEL</u>: Linearer Zusammenhang zwischen Hub des Regelventils und Durchfluss in der Gesamtanlage!

 $\frac{\Delta Durchfluss\ der\ Gesamtanlage}{\Delta Hub\ des\ Regelventils} = konstant$

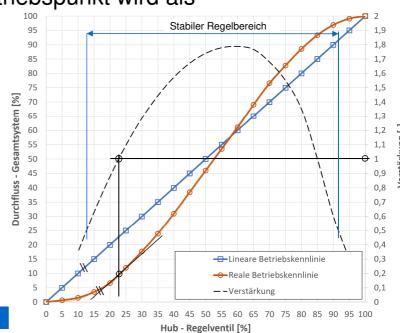
- ⇒ Das Regelventil ist Teil des Rohrleitungssystems
- ⇒ Betrachtung des Gesamtsystems erforderlich
- ⇒ Anforderungen Regelventil
 - →Gasdicht schließend
 - →Geringer bleibender Druckverlust bei maximalem Volumenstrom



REGELVENTILE (3)

- Der Zusammenhang zwischen Hub des Regelventils und Durchfluss in der Gesamtanlage wird auch Durchfluss-Betriebskennlinie genannt.
- Das Verhältnis der Steigungen der Betriebskennlinien (real zu ideal) in einem Betriebspunkt wird als Verstärkung bezeichnet.

 Stabiler Regelbereich
- ⇒ Wenn die Verstärkung im Bereich von 0,5 – 2,0 liegt, dann ist stabiles Regelverhalten zu erwarten.



MESSEINRICHTUNGEN

- Systemdruckmessung zur Überwachung der Belüfterelemente
- ⇒ Luftvolumenstrommessung (DWA-M 264)
 - →Wirkdruckverfahren (exakte Auslegung, bleibender Druckverlust, Messbereich)
 - →Ultraschall-Laufzeit (Mitführeffekt); Kunststoffrohr
 - → Thermische Massenstrommessung
 - →Staudrucksonden (große Durchmesser)

 $\rightarrow \dots$

FÜR ALLE SYSTEME IST DIE EINBAUGEOMETRIE ZU BEACHTEN (EN ISO 5167-1,2,3)

AUSREICHEND LANGE BERUHIGUNGSSTRECKEN SIND IMMER ERFORDERLICH!

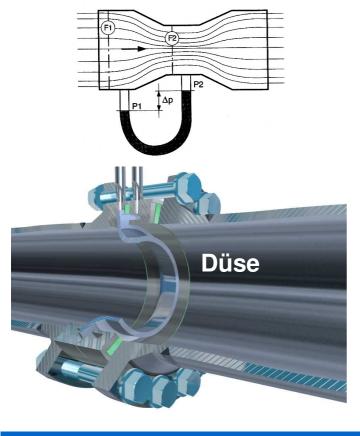
6. Infotag IWAR, 20. September 2018, Darmstadt

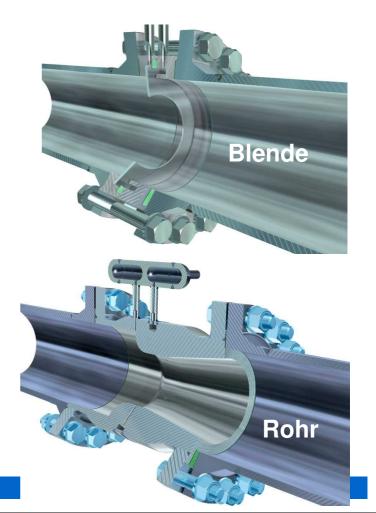


15/39

WIRKDRUCKGERÄTE

EN ISO 5167-1,2,3

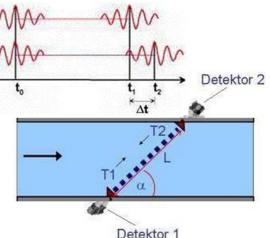




6. Infotag IWAR, 20. September 2018, Darmstadt

ULTRASCHALL – LAUFZEIT

Durch die Überlagerung mit der Strömungsgeschwindigkeit ist die Laufzeit der Signale in und gegen die Strömungsrichtung nicht gleich.



Als Ergebnis der Auswertung der Laufzeitdifferenz erhält man die über den Signallaufweg (Linie) gemittelte Strömungsge-

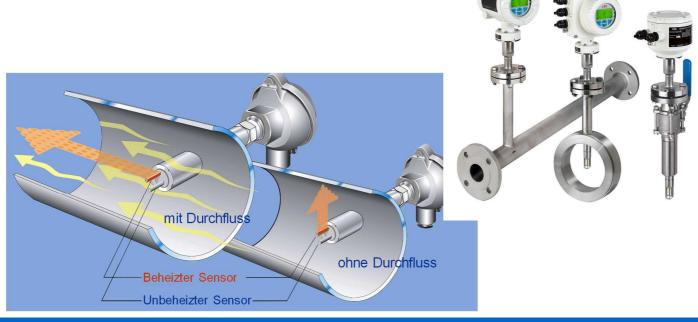
schwindigkeit.

www.aabfrey.com

6. Infotag IWAR, 20. September 2018, Dar

THERMISCHER MASSENDURCHFLUSSMESSER

Der beheizte Sensor gibt Wärme ab – die Temperaturdifferenz bzw. die Heizleistung ist ein Maß für die vorbeiströmende Gasmasse.



BODENVERROHRUNG

- Wirtschaftliche Rohrdurchmesser (Investitionskosten-Betriebskosten)
- ⇒ Entwässerungsmöglichkeit an Tiefpunkten
- ⇒ Strömungsgeschwindigkeit der Luft im Rohr (typischer Wert < 5 m/s)</p>
- ⇒ Druckverlust in der Bodenverrohrung zum Belüfter kleiner als 2 hPa (gleichmäßige Luftverteilung -Ringleitungen)
- ⇒ Einzeln zuschaltbare Belüfterfelder zur Anpassung des aeroben Volumens zur Optimierung der Stickstoffelimination

6. Infotag IWAR, 20. September 2018, Darmstadt



19/39

BELÜFTERELEMENTE (1)

- →Starr-porös: Keramik, mineralisches oder Hartkunststoff Granulat (gesintert oder geklebt), Korngröße → Blasengröße
- → **Elastomere**: EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer), Silikon, Polyurethan

Materialeigenschaften

- → Mechanische Beständigkeit
- →Chemische Beständigkeit
- →Einsatzgrenzen der Betriebstemperatur
- →Beständigkeit gegen UV-Strahlen (Montage, Außerbetriebnahmen → Kampagnebetrieb)

Details siehe 2. WAR Infotag 22. 4. 2004 und Schriftenreihe WAR 202 (2009)



BELÜFTERELEMENTE (2)

- ⇒ **Bauformen** (Teller, Dome, Rohre, Platten)
 - →Unterschiedlichste Abmessungen
 - → Angabe der Luftbeaufschlagung **NICHT** einheitlich
 - Stück, Meter Rohrlänge, pro Quadratmeter
 - Zustandsgrößen der Luft
 - → Kubikmeter im Betriebs oder im Normzustand
- ⇒ <u>Betriebseigenschaften</u> (intermittierender Betrieb, min/max Luftvolumenstrom, Druckverlust, ...)
- ⇒ **Notlaufeigenschaften** (Drosselventil, ...)
- ⇒ Reinigungsmöglichkeit (Verstopfung)
- ⇒ Austauschbarkeit (Tauchereinsatz?)

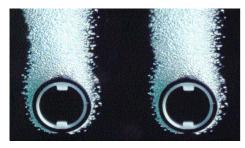
6. Infotag IWAR, 20. September 2018, Darmstadt



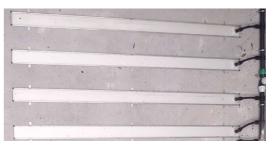
21 / 39

ANZAHL DER BELÜFTERELEMENTE

- ⇒ Festlegung aus erforderlichem Luftvolumenstrom
- - → Minimale Luftmenge (darunter ungleichmäßiges Abgasen, Verstopfungen)
 - →Betriebsluftmenge (hohe Wirtschaftlichkeit)
 - →Maximale Luftmenge (Revisionsfall)
- ⇒ Begehbarkeit, Reinigungsmöglichkeit







ANORDNUNG DER BELÜFTERELEMENTE

- ⇒ Vermeidung von Kurzschlussströmungen
- ⇒ Gleichmäßige Verteilung nicht zu große Abstände
- ⇒ Vouten an der Beckensohle und der Beckenoberfläche begünstigen Walzenströmungen
- ⇒ <u>Umlaufbecken</u>:
 - →Belüfterfelder zusammenfassen um die Anzahl der Randwalzen zu verringern
 - →Belüfterstränge in **Umlaufrichtung** ausrichten
 - →Belüfter auch in die Umlenkungen legen

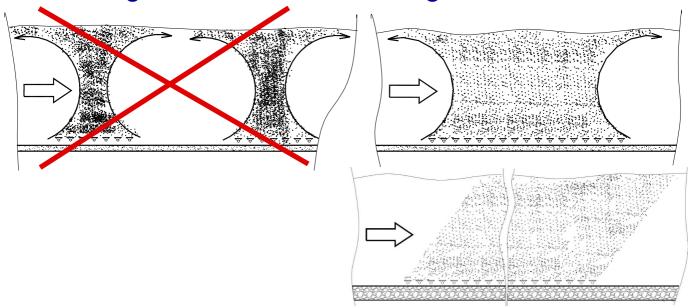
6. Infotag IWAR, 20. September 2018, Darmstadt



23 / 39

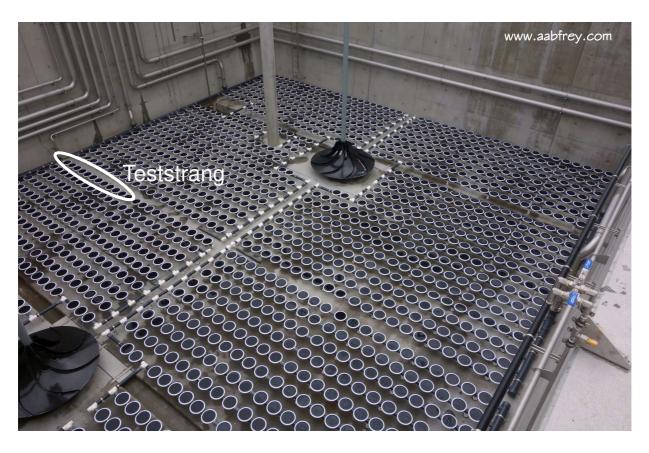
ANZAHL DER RANDWALZEN VERKLEINERN

- ⇒ Höhere Blasenaufstiegsgeschwindigkeit durch Randwalzen
- □ Geringere Sauerstoffausnutzung





Belüfterverteilung Mischbecken



Entwässerung der Bodenverrohrung

- ⇒ Platten-, Streifen- und Rohrbelüfter können bei entsprechender Konstruktion der Verrohrung auf Entwässerungseinrichtungen verzichten
- ⇒ Bei großer Anzahl an getrennten Belüfterfeldern können auch **selbsttätige** Entwässerungs-konstruktionen eingesetzt werden.
- ⇒ Die Betätigung der Absperrventile der Entwässerungsleitungen muss gefahrlos und einfach möglich sein (ev. Hilfsgestänge für die Betätigung)
- ⇒ Leitungen nicht zu hoch über den Wasserspiegel enden lassen
- ⇒ Zusatznutzen → **Druckmessanschluss**

6. Infotag IWAR, 20. September 2018, Darmstadt



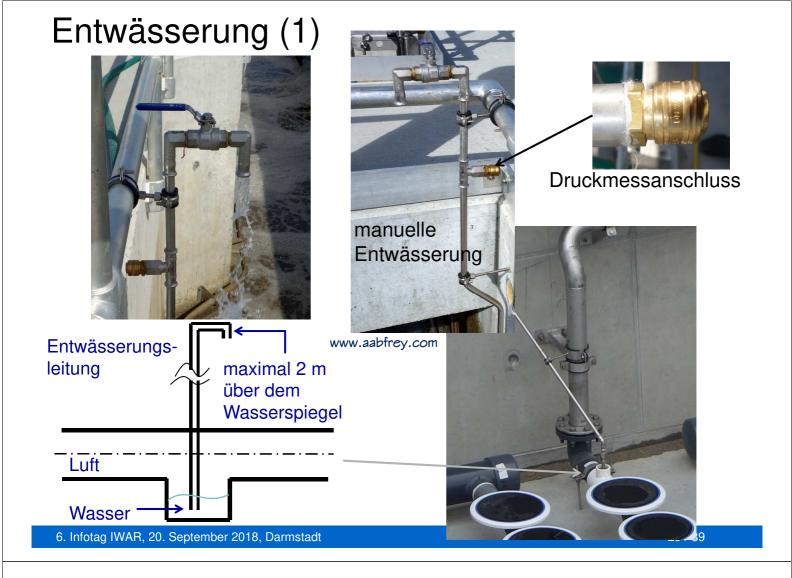
27 / 39

Anordnung der Entwässerungsleitungen

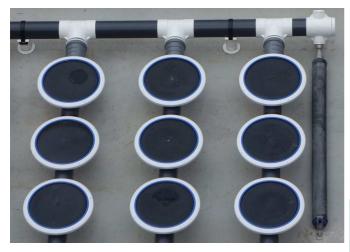




www.aabfrey.com



Entwässerung (2)



Selbsttätige Entwässerung

www.aabfrey.com

Automatisierung der Entwässerung

KONTROLLE UND ÜBERWACHUNG

- ⇒ Blasenbildkontrolle
- Laufende Überwachung, Druck, αSOTE, Wirtschaftlichkeitskennzahlen
- ⇒ Wartungsmaßnahmen
 - →mechanische Reinigung
 - →Säuredosierung
 - → Dehnen und Entspannen

6. Infotag IWAR, 20. September 2018, Darmstadt

AAB Frey
Abwassertechnische
Ausbildung und Beratung

31 / 39

BLASENBILD







WIRTSCHAFTLICHKEITSKENNZAHL GEBLÄSE

Spezifische Energie/Leistung

- →Festlegung der **Systemgrenzen**
 - Gebläseaggregat ODER
 - Gesamtsystem (inklusive Rohrleitungen, Armaturen, Messeinrichtungen, Belüfterelemente)

$$spez.P = \frac{P_{Gebl\ddot{a}se}}{Q_{Luft} \cdot \Delta p}$$

Werden die Parameter in SI Einheiten eingesetzt erhält man eine dimensionslose Kennzahl [J/ $m_N^3/Pa=1$]. In der Abwassertechnik werden häufig abgeleitete Größen verwendet. Eine gebräuchliche Darstellung ist spez. $P=[Wh/m_N^3/bar]$ Es gilt: 1 [W/ $(m_N^3/h)/bar$] = 0,036 [J/ m_N^3/Pa] oder

1 [J/ m_N^3/Pa] = 27,78 [W/(m_N^3/h)/bar]

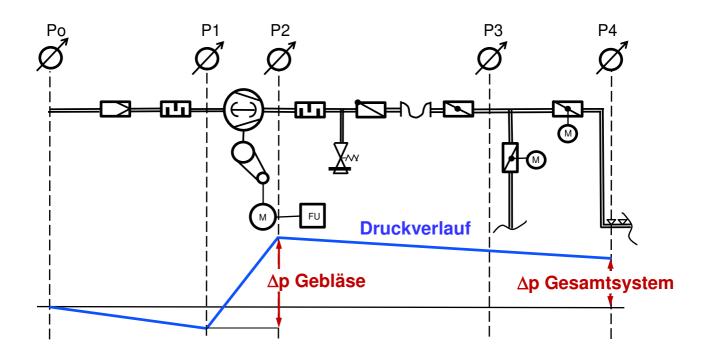
6. Infotag IWAR, 20. September 2018, Darmstadt



33 / 39

Systemgrenzen

Druckverlauf im Rohrleitungssystem



Testfahrt mit einem Turbogebläse

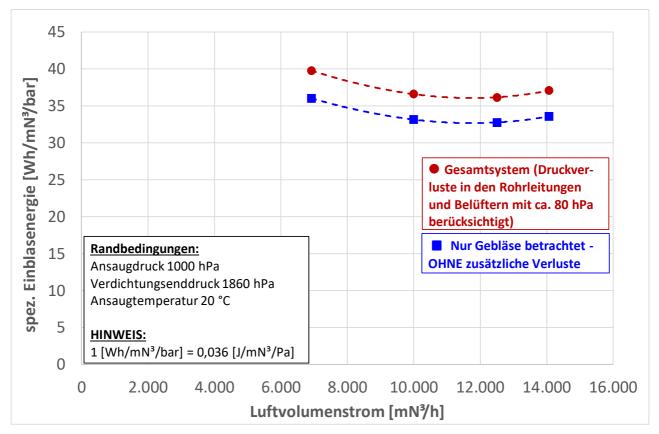


6. Infotag IWAR, 20. September 2018, Darmstadt



35 / 39

Ergebnisse der Testfahrt



www.aabfrey.com

WARTUNG und REINIGUNG von BELÜFTERN

- Mechanische Reinigung
 Rotierender Wasserstrahl –
 "Dreckfräse" mit Luftbeaufschlagung
- ⇒ Dehnen und Entspannen der Membran Beaufschlagung mit großem Luftvolumenstrom und anschließendem Entspannen
- ⇒ Säuredosierung in die Luftleitung → Voraussetzung säurelösliche Ablagerungen

www.aabfrey.com



Details siehe 2. WAR Infotag 22. 4. 2004 und Schriftenreihe WAR 202 (2009)

6. Infotag IWAR, 20. September 2018, Darmstadt

Magnetventile +

AB Frey
wassertechnische

37 / 39



Stationäre Säuredosierung

