

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Rentabilität zur Erneuerung der Belüftungstechnik mit MESSNER-Plattenbelüfter®

KA Nagold

1. Geographische und allgemeine Daten

| | | | |
|------------------|----------|------------------------|------------|
| Ortshöhe ü. NN | 392 m | Ausbaugröße | 65.000 EW |
| Ansaugtemperatur | 30 °C | Strompreis | 0,20 €/kWh |
| Ansaugfeuchte | 50 %F | jährl. Preissteigerung | 3,00 % |
| Ansaugdruck | 967 mbar | | |

2. Belebungsbecken (Nitrifikationsbecken)

Anzahl der Becken

| Becken-Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Bezeichnung | Becken I | Becken II | Becken III | Becken IV |
| Beckenform | Rechteck-Becken | Rechteck-Becken | Rechteck-Becken | Rechteck-Becken |
| Beckenlänge | 39,50 m | 39,50 m | 39,50 m | 39,50 m |
| Beckenbreite | 5,00 m | 5,00 m | 5,00 m | 5,00 m |
| Wassertiefe | 4,20 m | 4,20 m | 4,20 m | 4,20 m |
| Gesamtfläche | 198 m ² | 198 m ² | 198 m ² | 198 m ² |
| Gesamtvolumen | 830 m ³ | 830 m ³ | 830 m ³ | 830 m ³ |

3. Belüftungssystem

Belüftungselemente

Bestand

MESSNER-Plattenbelüfter®

| | Supratec Keramikbelüfter Brandol 60 | | | | RMU Plattenbelüfter Classic | | | |
|----------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Fabrikat | Supratec | | | | RMU | | | |
| Belüfterart | Keramikbelüfter | | | | Plattenbelüfter | | | |
| Belüftertyp | Brandol 60 | | | | Classic | | | |
| Abmessungen | l x d 750 x 63 mm | | | | l x b 2000 x 1000 mm | | | |
| Belüfterfläche | 0,12 m ² | | | | 2,00 m ² | | | |
| Belüfterlänge | 0,75 m | | | | | | | |
| Becken-Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | Rechteck-Becken | Rechteck-Becken | Rechteck-Becken | Rechteck-Becken | Rechteck-Becken | Rechteck-Becken | Rechteck-Becken | Rechteck-Becken |
| Fabrikat | Supratec | Supratec | Supratec | Supratec | RMU | RMU | RMU | RMU |
| Belüfterart | Keramikbelüfter | Keramikbelüfter | Keramikbelüfter | Keramikbelüfter | Plattenbelüfter | Plattenbelüfter | Plattenbelüfter | Plattenbelüfter |
| Belüftertyp | Brandol 60 | Brandol 60 | Brandol 60 | Brandol 60 | Classic | Classic | Classic | Classic |
| Belüfteranzahl | Stück 240 | Stück 240 | Stück 240 | Stück 240 | Stück 25 | Stück 25 | Stück 25 | Stück 25 |
| Belüfterfläche | m ² 29 | m ² 29 | m ² 29 | m ² 29 | m ² 50 | m ² 50 | m ² 50 | m ² 50 |
| Belüfterlänge | m 180 | m 180 | m 180 | m 180 | | | | |
| Belegungsgrad | 15% | 15% | 15% | 15% | 25% | 25% | 25% | 25% |
| Montagehöhe | cm 25 | cm 25 | cm 25 | cm 25 | cm 5 | cm 5 | cm 5 | cm 5 |

4. Belebungsverfahren

Bestand

MESSNER-Plattenbelüfter®

Vorgeschaltete Denitrifikation

Dauerbelüftete Nitrifikation im volldurchmischten Becken
ohne separate Strömungserzeugung
und Rezirkulation

Vorgeschaltete Denitrifikation

Intermittierend belüftete Nitrifikation
ohne separate Strömungserzeugung
und Rezirkulation

5. Angesetzte Lastfälle der Bemessung

Sauerstoffbedarf

Bestand

Sauerstoffbedarf

MESSNER-Plattenbelüfter®

Lastfall Auslegung

100%

360 kgO₂/h

Lastfall Betrieb

70%

252 kgO₂/h

Lastfall Auslegung

100%

360 kgO₂/h

Lastfall Betrieb

70%

252 kgO₂/h

6. Belüftungssystem

Belüftungselemente

Bestand

Belüftungselemente

MESSNER-Plattenbelüfter®

Fabrikat
Belüfterart
Belüftertyp

Supratec
Keramikbelüfter
Brandol 60

Abmessungen
Belüfterlänge

l x d 750 x 63 mm
L 0,75 m

Belüfteranzahl
Σ Belüfterlänge
Belegungsgrad

960 Stück
4 Becken 720 m
15%

Fabrikat
Belüfterart
Belüftertyp

RMU
Plattenbelüfter
Classic

Abmessungen
Belüfterfläche

l x b 2000 x 1000 mm
A 2,00 m²

Belüfteranzahl
Σ Belüfterfläche
Belegungsgrad

100 Stück
4 Becken 200 m²
25%

7. Leistungsdaten Belüftungssystem

| | | | |
|----------------|---------|----------------|--------------------------|
| Leistungsdaten | Bestand | Leistungsdaten | MESSNER-Plattenbelüfter® |
|----------------|---------|----------------|--------------------------|

Fabrikat
Belüfterart
Belüftertyp

Supratec
Keramikbelüfter
Brandol 60

Lastfall

| | | Auslegung | | Betrieb | | |
|-----------------------------|-----------------------|-----------|-------|---------|-------|--|
| | | 100% | 70% | 100% | 70% | |
| Sauerstoffzufuhr | SOTR ₁₀₀₀ | 360,0 | 252,0 | 360,0 | 252,0 | kgO ₂ /h |
| * Spez. Sauerstoffeintrag | SSOTR | 17,0 | 20,0 | 17,0 | 20,0 | gO ₂ /Nm ³ m _{ET} |
| Spez. Sauerstoff-Ausnutzung | SSOTE | 5,69 | 6,69 | 5,69 | 6,69 | %/m _{ET} |
| Normluftmenge | Q _{L,St} | 5.361 | 3.190 | 5.361 | 3.190 | Nm ³ /h |
| Belüfterlänge | A | 720 | 720 | 720 | 720 | m |
| Belüfterbeaufschlagung | q _{L,St,BEL} | 7,4 | 4,4 | 7,4 | 4,4 | Nm ³ /mh |
| Betriebluftmenge | Q _{L,St} | 6.376 | 3.794 | 6.376 | 3.794 | Bm ³ /h |
| Raumbelastung | SOTR _R | 108,50 | 75,95 | 108,50 | 75,95 | gO ₂ /m ³ _{BB} h |
| Montagehöhe ü. Beckensohle | | 25 | 25 | 25 | 25 | cm |
| Einblastiefe | h _D | 3,95 | 3,95 | 3,95 | 3,95 | m |
| Druckwerte | | | | | | |
| statischer Wasserdruck | | 388 | 388 | 388 | 388 | mbar |
| * Falleitung / Gitter | | 9 | 4 | 9 | 4 | mbar |
| * Belüfter / Membran | | 59 | 53 | 59 | 53 | mbar |
| Systemdruck | | 456 | 445 | 456 | 445 | mbar |
| * Luftverteilung | | 35 | 23 | 35 | 23 | mbar |
| Gebläsebetriebsdruck | | 491 | 468 | 491 | 468 | mbar |

Fabrikat
Belüfterart
Belüftertyp

RMU
Plattenbelüfter
Classic

Lastfall

| | | Auslegung | | Betrieb | | |
|-----------------------------|-----------------------|-----------|-------|---------|-------|--|
| | | 100% | 70% | 100% | 70% | |
| Sauerstoffzufuhr | SOTR ₁₀₀₀ | 360,0 | 252,0 | 360,0 | 252,0 | kgO ₂ /h |
| * Spez. Sauerstoffeintrag | SSOTR | 21,9 | 24,9 | 21,9 | 24,9 | gO ₂ /Nm ³ m _{ET} |
| Spez. Sauerstoff-Ausnutzung | SSOTE | 7,32 | 8,33 | 7,32 | 8,33 | %/m _{ET} |
| Normluftmenge | Q _{L,St} | 3.961 | 2.439 | 3.961 | 2.439 | Nm ³ /h |
| Belüfterfläche | A | 200 | 200 | 200 | 200 | m ² |
| Belüfterbeaufschlagung | q _{L,St,BEL} | 19,8 | 12,2 | 19,8 | 12,2 | Nm ³ /m ² h |
| Betriebluftmenge | Q _{L,St} | 4.711 | 2.900 | 4.711 | 2.900 | Bm ³ /h |
| Raumbelastung | SOTR _R | 108,50 | 75,95 | 108,50 | 75,95 | gO ₂ /m ³ _{BB} h |
| Montagehöhe ü. Beckensohle | | 5 | 5 | 5 | 5 | cm |
| Einblastiefe | h _D | 4,15 | 4,15 | 4,15 | 4,15 | m |
| Druckwerte | | | | | | |
| statischer Wasserdruck | | 407 | 407 | 407 | 407 | mbar |
| * Falleitung / Gitter | | 9 | 4 | 9 | 4 | mbar |
| * Belüfter / Membran | | 59 | 53 | 59 | 53 | mbar |
| Systemdruck | | 476 | 465 | 476 | 465 | mbar |
| * Luftverteilung | | 35 | 23 | 35 | 23 | mbar |
| Gebläsebetriebsdruck | | 510 | 488 | 510 | 488 | mbar |

* angenommene Werte

8. Leistungsdaten der Gebläse im Lastfall Betrieb

| Drehkolbengebläse | Bestand | Drehkolbengebläse | MESSNER-Plattenbelüfter® |
|-------------------|---------|-------------------|--------------------------|
|-------------------|---------|-------------------|--------------------------|

Die Ermittlung des durchschnittlichen Stromverbrauches erfolgt mit den nachstehenden Formeln für die mittlere Leistungsaufnahme von Drehkolbengebläsen:

$$P_D = \frac{Q_1 * \Delta p}{\eta_{vol}} + P_V$$

Lastfall Betrieb

| | | | |
|--|--------------|--------------|-------------------|
| Normluftmenge | $Q_{L,St}$ | 3.190 | Nm ³ |
| Betriebsluftmenge | $Q_{L,St}$ | 3.794 | Bm ³ |
| Luftvolumenstrom | Q_1 | 1,05 | m ³ /s |
| Gebläsebetriebsdruck | | 468 | mbar |
| Differenzdruck <small>(mbar x 100)</small> | Δp | 46.823 | N/m ² |
| * volumetrischer Wirkungsgrad | η_{vol} | 80% | |
| * Verluste (Lager, Zahnräder, Dichtungen) | P_V | 96% | |
| Kupplungsleistung | P_D | 64.247 | W |
| Kupplungsleistung | P_D | 64,25 | kW |

Lastfall Betrieb

| | | | |
|--|--------------|--------------|-------------------|
| Normluftmenge | $Q_{L,St}$ | 2.439 | Nm ³ |
| Betriebsluftmenge | $Q_{L,St}$ | 2.900 | Bm ³ |
| Luftvolumenstrom | Q_1 | 0,81 | m ³ /s |
| Gebläsebetriebsdruck | | 488 | mbar |
| Differenzdruck <small>(mbar x 100)</small> | Δp | 48.794 | N/m ² |
| * volumetrischer Wirkungsgrad | η_{vol} | 80% | |
| * Verluste (Lager, Zahnräder, Dichtungen) | P_V | 96% | |
| Kupplungsleistung | P_D | 51.185 | W |
| Kupplungsleistung | P_D | 51,19 | kW |

$$E = \frac{P_D}{\eta_{Mot} * \eta_{Keilr.} * \eta_{FU}} * t$$

| | | | |
|---------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| Kupplungsleistung | P_D | 64 | kW |
| * Wirkungsgrad Motor | η_{Mot} | 93% | |
| * Wirkungsgrad Keilriemen | $\eta_{Keilr.}$ | 97% | |
| * Wirkungsgrad Frequenzumformer | η_{FU} | 97% | |
| Netzleistung | P | 73 | kW |
| Betriebszeit | t | 22 | h |
| Tage | t | 365 | d |
| Betriebsstunden | t | 8.030 | h |
| Energieverbrauch | E | 589.578 | kWh/a |

| | | | |
|---------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| Kupplungsleistung | P_D | 51 | kW |
| * Wirkungsgrad Motor | η_{Mot} | 93% | |
| * Wirkungsgrad Keilriemen | $\eta_{Keilr.}$ | 97% | |
| * Wirkungsgrad Frequenzumformer | η_{FU} | 97% | |
| Netzleistung | P | 58 | kW |
| Betriebszeit | t | 19 | h |
| Tage | t | 365 | d |
| Betriebsstunden | t | 6.935 | h |
| Energieverbrauch | E | 405.662 | kWh/a |

* angenommene Werte

9. Energiekosten

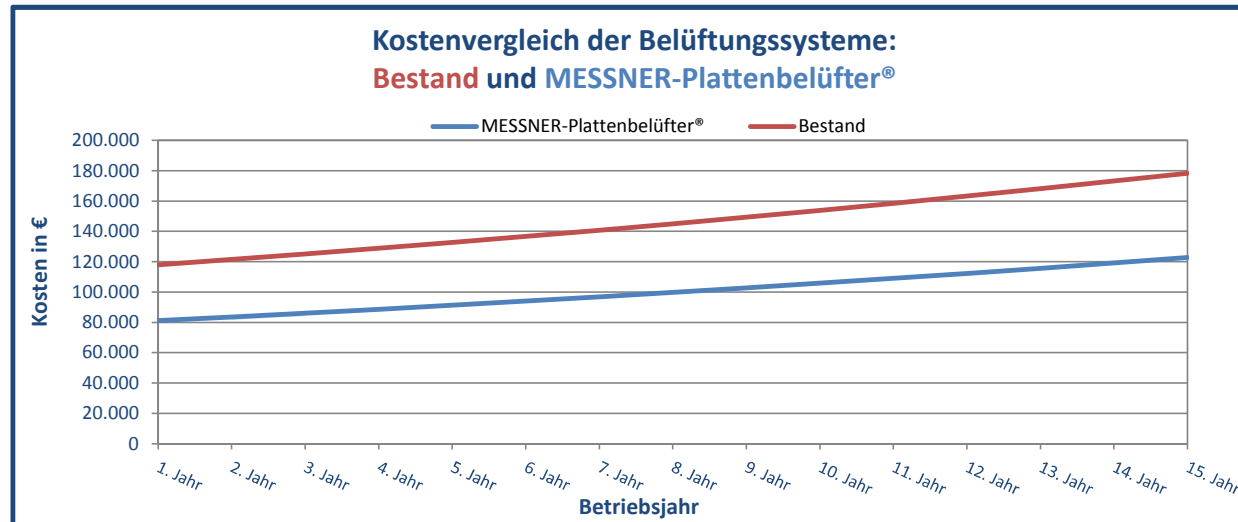
Energiekosten Bestand Energiekosten MESSNER-Plattenbelüfter®

| Energiebedarf | | | | |
|---------------|------------------|----------------|--------------|--|
| Gebläse | E | 589.578 | kWh/a | |
| Summe | Energieverbrauch | 589.578 | kWh/a | |

| Energiebedarf | | | | |
|---------------|------------------|----------------|--------------|--|
| Gebläse | E | 405.662 | kWh/a | |
| Summe | Energieverbrauch | 405.662 | kWh/a | |

| Energiekosten | | | | |
|------------------|---------------|----------------|------------|--|
| Energieverbrauch | E | 589.578 | kWh/a | |
| Strompreis | € | 0,20 | €/kWh | |
| Summe | Energiekosten | 117.916 | €/a | |

| Energiekosten | | | | |
|------------------|---------------|---------------|------------|--|
| Energieverbrauch | E | 405.662 | kWh/a | |
| Strompreis | € | 0,20 | €/kWh | |
| Summe | Energiekosten | 81.132 | €/a | |



Es ergeben sich jährliche Einsparungen von:

| | | |
|---|--------------------|--------------------|
| Unterhalt der Bestandsbelüftung | 589.578 kWh | 117.916 Euro |
| Erneuerung der Belüftung mit MESSNER-Plattenbelüfter® | 405.662 kWh | 81.132 Euro |
| Einsparung entspricht | 183.917 kWh | 36.783 Euro |

31%

bei einem Strompreis von 0,20 €/kWh