



4. Fachsymposium Wasser / Abwasser

Leistungsfähige Belüftungstechnik und wie die Leistungsfähigkeit erhalten bleibt



Über uns:



Anlagenbauer in der Wassertechnik

- Schweizer Firma
- Total 30 Mitarbeiter verteilt auf die Niederlassungen Winterthur, Genf und Metz (F)
- Kommunale und Industrielle Abwasser- und Schlammbehandlung
- Schwerpunkt techfina Winterthur: Biologische Abwasserreinigung und Filtration MV
- NEU: Anlagen zur Trinkwasseraufbereitung

Thema

Seit bald 40 Jahren plant und baut techfina Ausrüstungen für die biologische Abwasserbehandlung. Dabei stand schon immer die Leistungsfähigkeit und Effizienz im Vordergrund

**Erste Projekte mit den techfina Keramikdomen,
seit 1987 Zusammenarbeit mit GVA – heute Wilo GVA
für die Belüftungstechnik – Umwälztechnik - Klarwasserabzüge**

Eine grosse Anzahl an Projekten im In- und Ausland wurde mit verschiedensten Belüftertypen und Formen gebaut. Wir haben in der Zeit viele Fehler gemacht und sehr viel über Belüftungssysteme gelernt.

Über uns: biologische Abwasserbehandlung



Verfahren, Planung und Service

- Lieferant von Systemtechnologie und Systemkomponenten für die biologische Abwasserbehandlung
- Kreative und Innovative Lösungen für biologische Stufen
 - ✓ Konventionelles Belebtschlammverfahren
dynamische Nitrifikation
 - ✓ SBR-Verfahren
 - ✓ A/I Verfahren
 - ✓ Hybrid- und reine Wirbelbettverfahren
 - ✓ MBR Anlagen

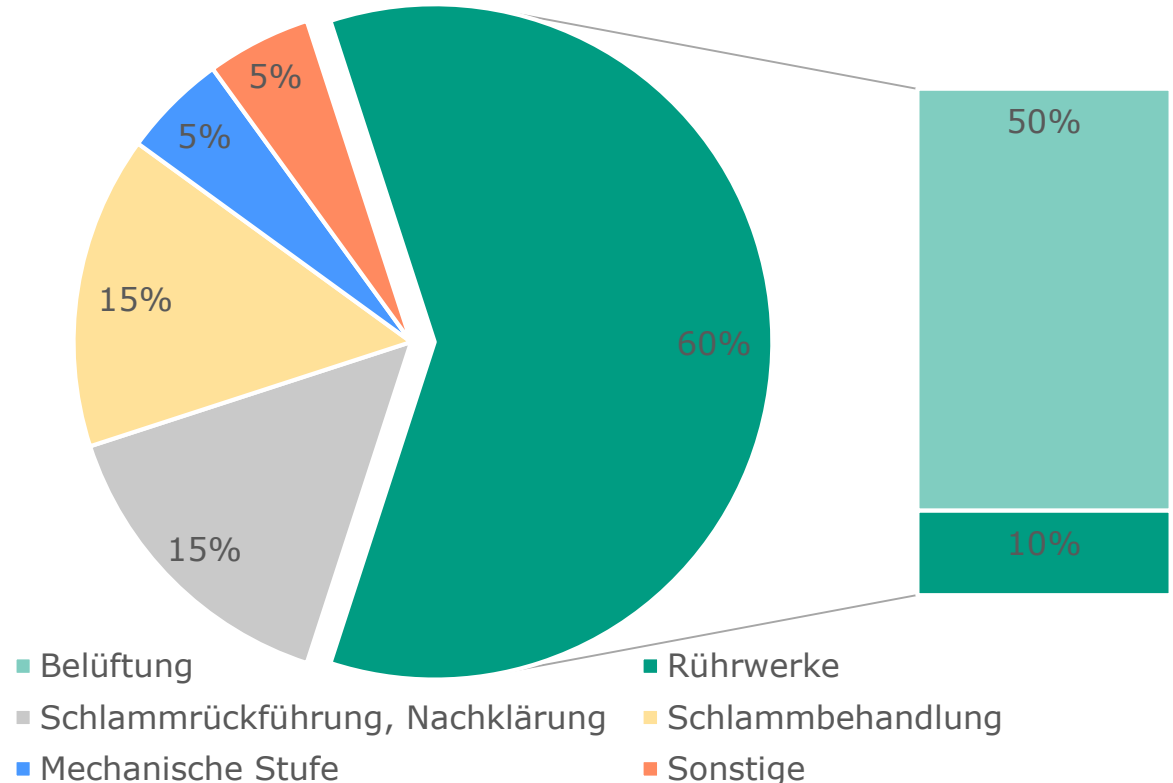
Kostenrelevanz / Energieverbrauch Beleuchtungsanlagen

- Energiebedarf von Abwasserreinigungsanlagen zu ca. **60%** von den Verbrauchern der **Beleuchtungsstufe** bestimmt:

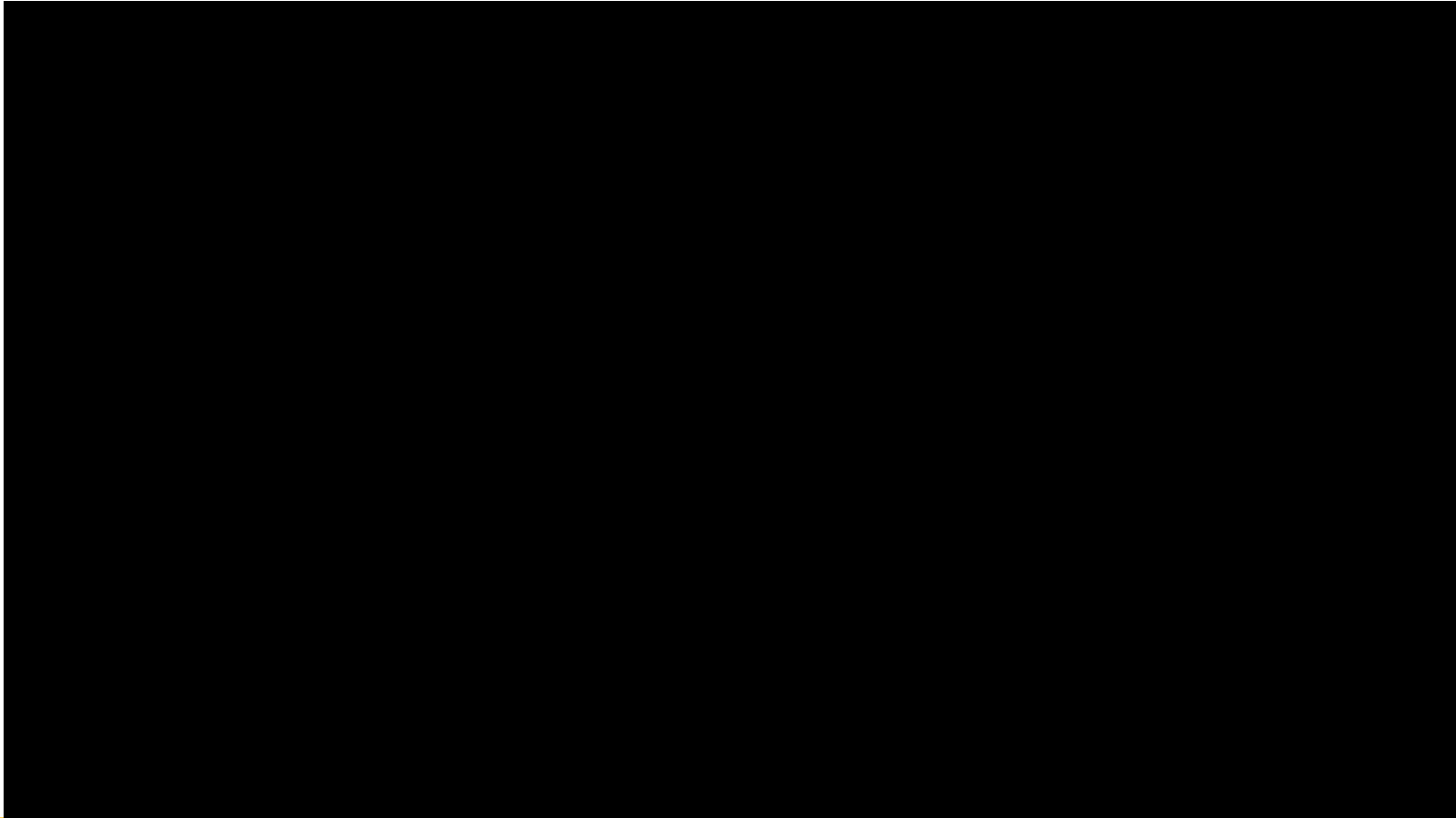
- Belüftungssystem
- Mischeinrichtungen, Rührwerke
- (Rezirkulations-)Pumpen



- **stetige** Optimierung des Belüftungssystems im Betrieb zur Reduzierung des Energieverbrauchs notwendig



Ineffizienz -> Effizienz



Schönau-Cham

Leistungsfähigkeit



Massgebliche Beeinflussung

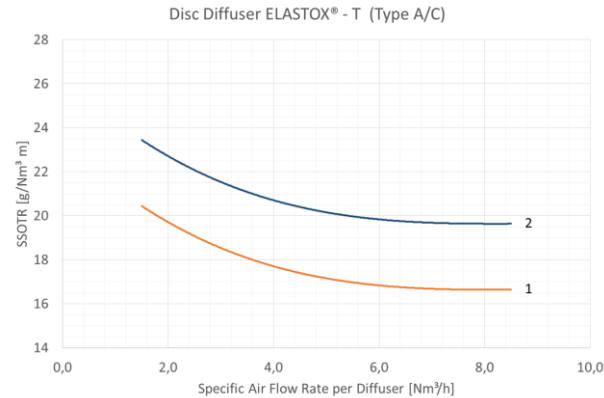
- Konzeptionierung unter Berücksichtigung der Dynamik
- Auswahl der Komponenten
 - ✓ Prozessluftverdichtung
 - ✓ Verrohrung mit Regelarmaturen
 - ✓ Belüfter
 - ✓ Umwälzeinrichtung
- Dimensionierung der Komponenten unter Berücksichtigung aller relevanten Lastfälle
- Anordnung und Verteilung der Belüfter

Ineffizienz -> Effizienz



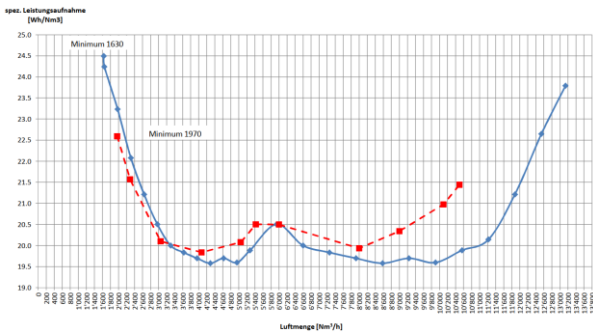
Winznau

Ineffizienz -> Effizienz



Charakteristik Belüfter

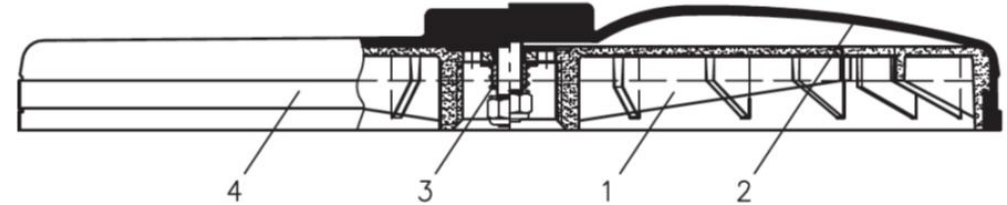
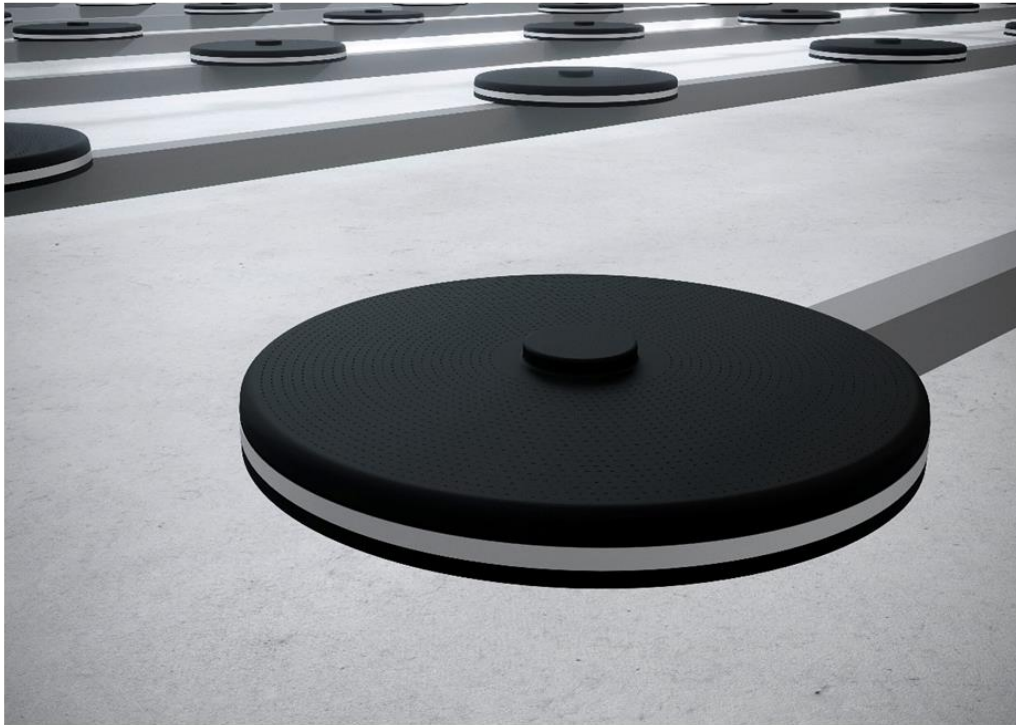
- Betriebsbereich der Belüfter
- Sauerstoffübergang bei gewählter Belegungsdichte
- Einschränkungen hinsichtlich Beaufschlagung im Betrieb



Charakteristik Gebläsestation

- Effizienz schwankt über den Betriebsbereich
- Grosse Unterschiede bei der Technologie

Sevio ELASTOX - T / Tellerbelüfter 12" / **Ausführung**



1	Stützkörper	PP Polypropylen, glasfaserverstärkt
2	Membran	EPDM EPDM mr Silikon
3	Hubbegrenzung+ federbelastetes Rückschlagventil	Stahl/Edelstahl Polypropylen
4	Klemmband	Edelstahl Option: Polypropylen

Leistungsfähigkeit

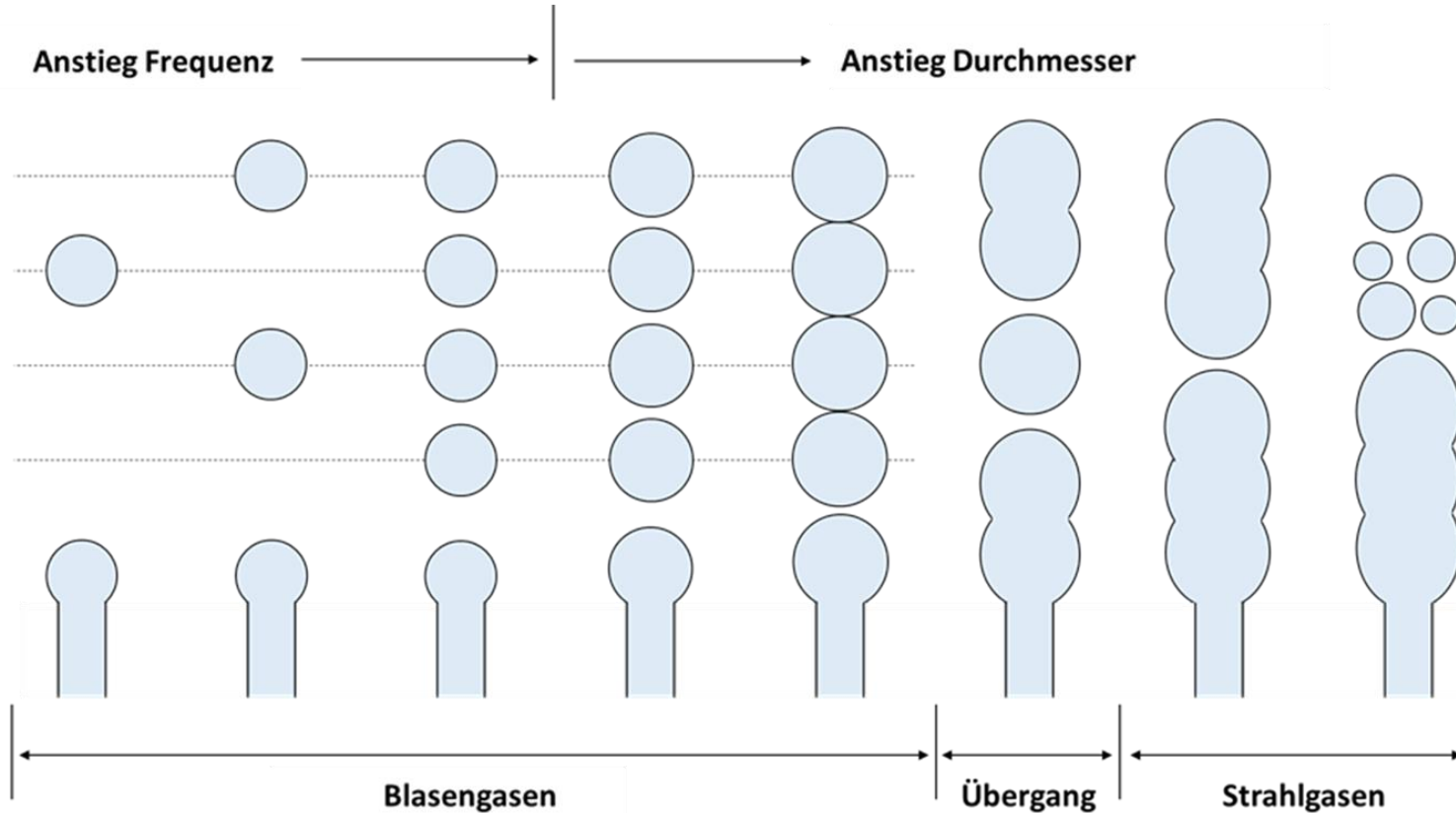
Blasenformen und relative Beweglichkeit der Blasen zueinander

- Form und Beweglichkeit der Blasen hängt von der Blasengröße ab
- Je höher die Blasen Neubildung, desto besser die Sauerstoffzufuhr (Ablösefrequenz)

Beschreibung	Form	Blasendurchmesser
Kugelförmige Blase mit fester Oberfläche		< 0,1 mm
Kugelförmige Blase mit weicher Oberfläche		0,1 mm - 1,5 mm
Ovale Blase		1,5 mm - 8 mm
Unregelmäßige Blase		8 mm - 17 mm
Schirmförmige Blase		> 17 mm

Leistungsfähigkeit

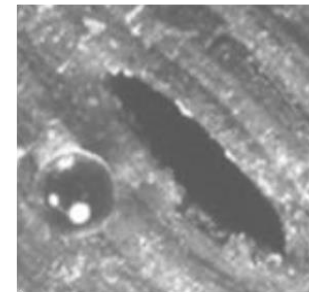
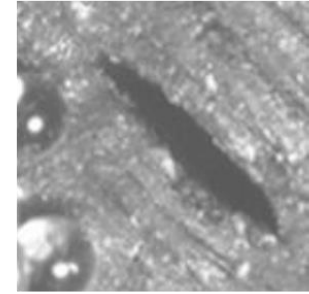
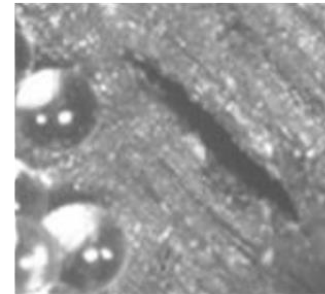
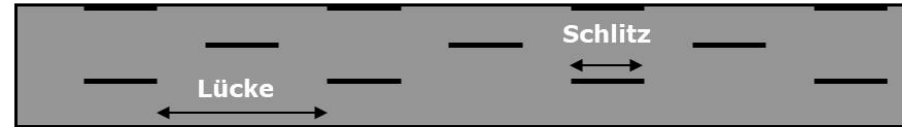
Einfluss der Luftbeaufschlagung auf die Blasenbildung



Leistungsfähigkeit

Perforationsmuster in Membranbelüftern

- Durchtrittsöffnungen in den Membranen sind geschnitten/geschlitzt oder gelocht
- Länge der Schlitze variiert normalerweise zwischen 0,5 mm und 1,5 mm
- Breite der Schlitze variiert mit Luftmenge in Betrieb
- Je kürzer die Schlitze
 - desto besser die Sauerstoffzufuhr (kleinere Blasen)
 - desto höher der Druckverlust der Membrane
 - desto höher das Verstopfungspotential
- Zu viele Schlitze pro Belüfter führen häufig zu:
 - Blasenkoaleszenz durch zu geringem Schlitzabstand
 - Unzureichender Bruchfestigkeit des Membranmaterials



Vertikalrührwerke Wilo-Vardo WEEDLESS-V/S

- **Antriebsaggregate**

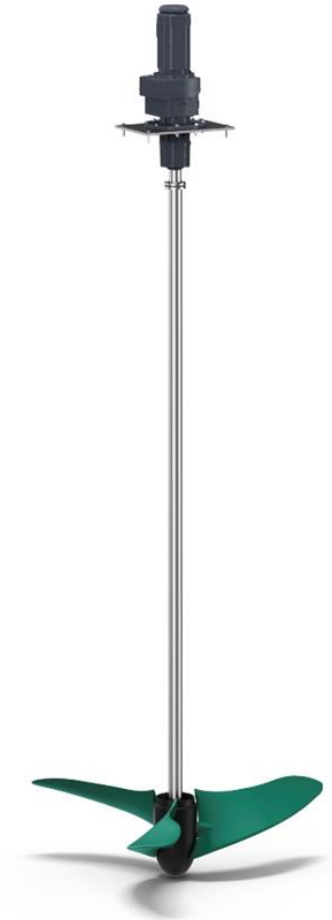
- Nennleistung: 0,37 bis 7,50 kW
- Drehzahl: bis zu 50 min⁻¹

- **Propellerflügel**

- Durchmesser: 1,50 bis 2,50 m
- Anzahl : 2 oder 3 Flügel
- Einstellbarkeit: min. 30° bis zu max. 45°
- Förderrichtung: vertikal / „nach oben ↑“ (Standard) / „nach unten ↓“

- **Rührwerkswelle**

- Hohlwelle : Ø 70 bis 112 mm
- Wellenlänge: bis zu 4,50 m (falls notwendig in geteilter Ausführung)



Leistungsfähigkeit erhalten



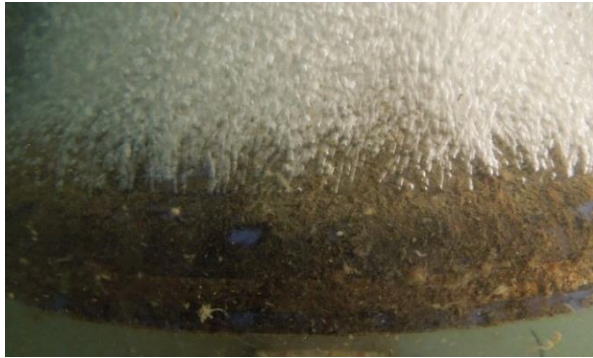
Zustandsüberwachung bei vollem Becken

- Druckanstieg
- Stromkosten
- Blasenbild an der Oberfläche
- Sauerstoffzufuhr im Betrieb

Zustandsüberwachung bei entleertem Becken

- Blasenbild bei geringer Überdeckung
- Abgasung an der Belüfteroberfläche
- Belagsbildung
- Zustandsuntersuchung der Belüfter

Leistungsfähigkeit erhalten – Alterung von Membranbelüftern



Inhaltsstoffe im Abwasser verändern das Material

- „natürliche“ Grundalterung

Häufig beobachtet man

- Biologischen Bewuchs auf der Membranoberfläche (biofouling, extrazelluläre Polymere Substanzen)
- Veränderung des Membranmaterials (Extraktion → Schrumpfung)
- Anorganische Ablagerungen in den Membranschlitten/-öffnungen (häufig Kalziumkarbonat CaCO_3)



Leistungsfähigkeit erhalten – Folgen der Belüfteralterung



Verminderung der Effizienz des Belüftungssystems

- Anstieg des Druckverlusts
- Rückgang der Sauerstoffzufuhrkapazität

Erkennen des Leistungsverlustes

- Druckmessungen
- Blasenbildkontrolle
- Erhöhter Energiebedarf, erhöhter Druckluftbedarf
- Kennwerte / Betriebsdaten / Reinigungsleistung
- Ansprechen der Sicherheitsventile am Gebläse

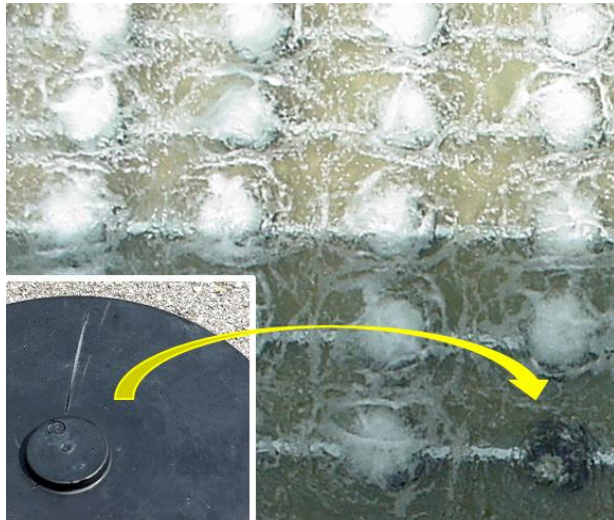
Leistungsfähigkeit erhalten – Folgen von Belüfterschäden

Verminderung der Effizienz des Belüftungssystems

- Unkontrollierter Luftaustritt
- Keine flächige Verteilung des Lufteintrags

Notlaufeigenschaften Elastox T

- Reduzierter Luftdurchsatz bei defekter Membrane
- Keine messbare Reduktion des Eintrags und der Effizienz durch einzelnen defekten Belüfter



Leistungsfähigkeit erhalten – Anstieg Druckverlust überwachen



Unterschiedliche Gründe für Druckanstieg

- Alterung des Materials
(Verhärtung, Extraktion von Mischungsbestandteilen etc.)
- Verstopfung von Poren (reversibel oder nicht reversibel)
- Wasser im Verteilsystem (Kondensat und/oder Leckagen)
- Schlammablagerungen oder Fremdstoffe

Druckverlust - Energiekosten

- weitgehend linearer Zusammenhang
- Ausgangsdruck 500 mbar
bei Anstieg 100 mbar
-> Steigerung der Stromkosten um ca. 20%!

Leistungsfähigkeit erhalten – Blasenbildkontrolle



- + Grossflächige langsame Bewegungen
- + Feinblasigkeit
- + Gleichmässige Intensität



- lokal abgegrenzte schnelle Bewegungen
- Grobblasigkeit
- Ungleichmässige Intensität, Pulsation

Leistungsfähigkeit erhalten – Blasenbildkontrolle



Stuttgart

Leistungsfähigkeit erhalten – Monitoring Kondensat

Kondensat wird in jedem Belüftungssystem produziert

Kondensat verursacht Schäden am System

Automatische Entwässerung

- Kondensatentnahme
- Verbesserte Reinigungszyklen der Belüfter
- Kontrolle auf Leckagen im System
Rohrleitungen, Membranbeschädigungen etc.
- Systementlastung bei SBR Anlagen



Leistungsfähigkeit erhalten – Reinigung Herstellerangaben beachten!



Typische Reinigungsmethoden

- Spülzyklus mit Luft
- Zusatz von Säure in den Luftvolumenstrom
- Mechanische Hochdruck Reinigung
- Flutung mit Reinigungsmitteln

Ist der Alterungsprozess zu weit fortgeschritten, sind Reinigungsmethoden nicht erfolgreich. Hier kann ein Austausch der Belüfter nicht mehr verhindert werden.

Leistungsfähigkeit erhalten – Spülzyklus mit Luft

Vorspülung, Entwässerung und Ents						
Vorspülen Becken 1.1	Entwässerung Becken 1.1	Vorspülen Becken 1.2	Entwässerung Becken 1.2	Vorspülen Becken 2.1	Entwässerung Becken 2.1	Vorspülen Becken 2.2
T11	T12	T11	T12	T11	T12	T11
QL10	QL10	QL10	QL10	QL10	QL10	QL10
offen	offen	zu	zu	zu	zu	zu
zu	offen	offen	offen	zu	zu	zu
Aus	Aus	Aus	Ein	Ein	Ein	Ein
zu	zu	offen	offen	zu	zu	zu
zu	zu	zu	offen	offen	offen	zu
Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Ein	Ein
zu	zu	zu	zu	offen	offen	zu
zu	zu	zu	zu	zu	offen	offen
Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus	Aus
zu	zu	zu	zu	zu	zu	offen
zu	zu	zu	zu	zu	zu	zu
Ein	Ein	Ein	Ein	Ein	Aus	Aus
zu	zu	zu	zu	zu	zu	zu
zu	zu	zu	zu	zu	zu	zu
Aus	Aus	Ein	Ein	Ein	Ein	Ein
zu	zu	zu	zu	zu	zu	zu
zu	zu	zu	zu	zu	zu	zu
Aus	Aus	Aus	Aus	Ein	Ein	Ein

Luftvolumenstrom periodisch auf maximale spezifische Luftbeaufschlagung erhöhen

- Partielle Abschaltung von Belüftereinheiten
- Anpassung des Luftvolumenstroms über Zu-/ Abschaltung von Aggregaten der Drucklufterzeugung

Spülprogramm dem Systems anpassen

Vorgang nach Möglichkeit automatisieren!

Leistungsfähigkeit erhalten – Reinigung mit Säure



Reinigung der Membranbelüfter durch Verdüsen von Säurelösung in den Luftvolumenstrom

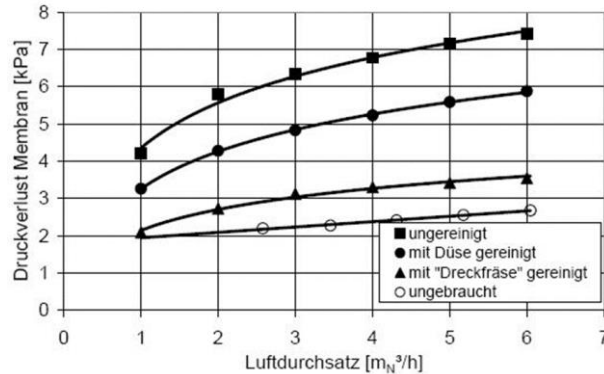
- Ameisensäure (häufig bei EPDM, Silikon)
- Essigsäure (häufig bei TPU, Polyurethan)

säurelösliche Ablagerungen werden entfernt

Säuremenge und Reinigungszyklus anpassen

Für Dosierung der Säure sollten die Impfstellen in den Falleleitungen grundsätzlich vorgesehen werden, um aufwendige Nachrüstungen zu vermeiden

Leistungsfähigkeit erhalten – mechanisch Reinigung



- Belüfter 10 – 20 cm mit Wasser überdecken
- Luftzufuhr bleibt in Betrieb
- Reinigung erfolgt mit einem Hochdruckreinigungsgerät mit rotierendem Wasserstrahl „Dreckfräse“
- Oberfläche der Belüfter mehrmals bearbeiten
- Ablagerungen werden abgelöst und weggeblasen

ACHTUNG!

Oberflächenrauigkeit nicht erhöhen!

keine Feindüsen; kein „Wasserstrahlschneiden“!

Leistungsfähigkeit erhalten – Ersatz der Membranen



Nicht jede Reinigung oder Regeneration ist erfolgreich

- ungleichmässiges bzw. schlechtes Abgasungsverhalten eines erfolglos gereinigten Belüftungselements
- Druckanstieg kann nicht reduziert werden
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
Investition vs. Einsparpotential

Erneuerung Belüfterelemente unumgänglich

- Komplette Belüfterelemente
- Sanierung, d.h. Wechsel der Membranen
(sinnvoll z.B. bei mehreren Becken)

Leistungsfähigkeit erhalten – Fazit



Präventive Massnahmen bevorzugen

- Belüftungssysteme sind der grösste Energieverbraucher bei der Abwasserbehandlung daher hohes Optimierungspotenzial
- Energieanalyse zur Berechnung anlagenspezifischer Idealwerte zur Identifikation von Optimierungspotential
- bei Belüftungssystemen treten mit der Zeit Leistungsverluste auf, erhöhte Energieverbräuche
- ein Austausch der Belüfterelemente ist bei erfolglosen Regenerationsmassnahmen unumgänglich

Leistungsfähigkeit erhalten – Fragen?



Andras Harangozo
techfina sa
052 269 18 80
andras.harangozo@techfina.ch