

Planung und Optimierung von Belüftungssystemen im Spiegel neuer Entwicklungen

5. Infotag IWAR Abwassertechnik, 26. November 2015, Darmstadt

Bemessung und Betrieb von Belüftungssystemen in Industrieabwasserbehandlungsanlagen

Wilhelm P. Frey

AAB Frey
Abwassertechnische
Ausbildung und Beratung



INHALT

- ⇒ Dimensionierung von Belüftungssystemen
- ⇒ Ermittlung der Bemessungsfracht
- ⇒ Salze und Tenside
- ⇒ Chemikalien, Verstopfendes Material
- ⇒ Temperatur
- ⇒ Anforderungsprofil
- ⇒ Auswahlkriterien
- ⇒ Gebrauchseigenschaften - Betrieb



Dimensionierung von Belüftungssystemen (1)

⇒ Kommunale Kläranlagen

- Ermittlung des Sauerstoffverbrauches und Bemessung des Belüftungssystems nach den Vorgaben des ATV Regelwerkes (A 131; M 229-1, etc.)
- 2-Wochen-Mittelwerte; Perzentil-Werte
- Definierte Lastfälle (Durchschnitt, Maximal, Minimal, etc.)
- Festlegung α -Wert
- Berücksichtigung des Verfahrenskonzeptes (z.B. intermittierender Betrieb der Belüftung)



Dimensionierung von Belüftungssystemen (2)

⇒ Industrielle und gewerbliche Kläranlagen

- Ergänzende Überlegungen zwingend erforderlich!
- Sorgfältige (realistische) Festlegung der Bemessungsfracht
- Salze, oberflächenaktive Substanzen (α -Wert)
- Temperatur (biogene Erwärmung)
- Chemikalien (Materialbeständigkeit)
- Öl, Fett (Schwimmschlamm → Betriebsproblem)
- verstopfendes Material (Partikel, Ausfällungen)
- etc.



Abwasserbeschaffenheit (1)

⇒ Ermittlung der Bemessungsfracht

- Repräsentative Probenahme oft schwer (leicht flüchtige Stoffe, Fett und Öl, etc.)
- Chemische Oxidation (Fe^{2+} , H_2S , ?)
- Abbaubarer Anteil des CSB
 - Erfahrungswerte, Auswertung von Betriebsdaten
 - CSB Bilanz
 - Abbaubarkeit im Versuch ermitteln
- Stickstofffracht
 - Hohe Werte möglich, Hydrolyse erst im Verlauf der Abwasserreinigung, oft auch Mangel an N (Fleisch, Leder, Tierkörperverwertung, Milch, etc.)



Abwasserbeschaffenheit (2)

⇒ Oberflächenaktive Substanzen - Salze

- Sind Oberflächenaktive Substanzen und/oder Salze in großen Mengen im Abwasser enthalten können sich α -Werte einstellen, die deutlich von kommunalem Abwasser abweichen.
 - Hohe Tensidkonzentrationen reduzieren den α -Wert
 - Hohe Salzkonzentrationen erhöhen den α -Wert. Untersuchungen haben gezeigt, dass bei hohen Salzkonzentrationen von einigen Gramm pro Liter auch α -Werte größer 1 auftreten.
- Gibt es keine Erfahrungswerte wird empfohlen zur Festlegung des α -Wertes Versuche durchzuführen.



Abwasserbeschaffenheit (3)

⇒ Chemikalien

→ Säuren, Laugen

- Materialbeständigkeit prüfen

→ ÖL, Fett

- Einige Elastomere verändern durch Fett/Öl die Materialeigenschaften
- Volumenzunahme
- Verringerung der Festigkeit



⇒ Verstopfendes Material

→ Partikel, Fasern



5. Infotag IWAR Abwassertechnik, 26. November 2015, Darmstadt

Abwasserbeschaffenheit (4)

⇒ Temperatur

→ Abwassertemperatur

- Biologie wird ab ca. 38°C beeinträchtigt (Flockenzerfall)
- Langzeit Beständigkeit einiger Elastomere ab ca. 30°C nicht mehr gegeben
- Grenzwerte für Einleitung in das Gewässer beachten
- Wärmenutzung, Kühlung

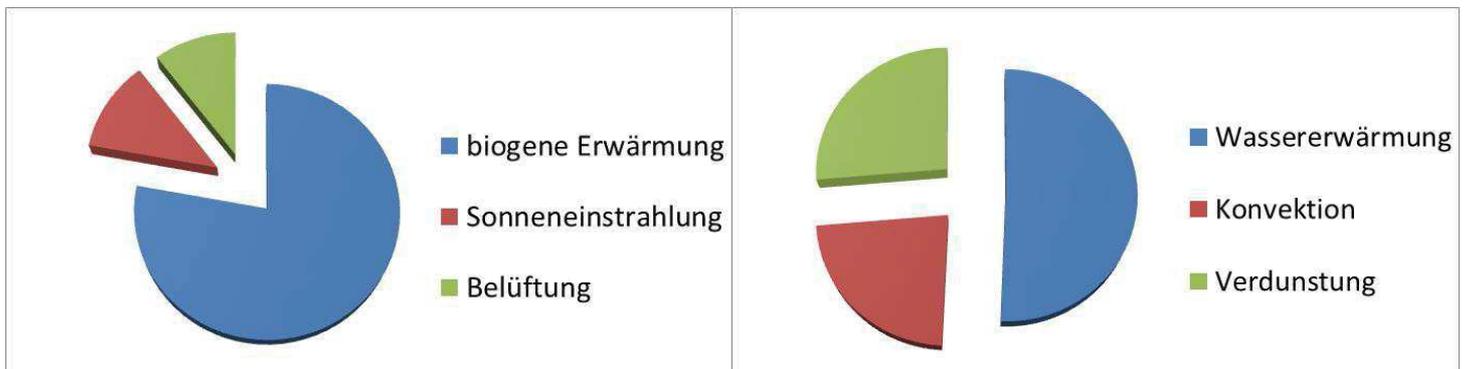
→ Erwärmung durch den aeroben Abbau der Kohlenstoffverbindungen

- biogene Erwärmung ca. 13-14 kJ/gCSB_{veratmet}
- Abkühlung im Wesentlichen von der Beckenoberfläche bestimmt (tiefe Becken → höhere Temperatur)



Abwasserbeschaffenheit (5)

⇒ Wärmebilanz



Abwasserbeschaffenheit (6)

⇒ Wärmebilanz - Erfahrungswerte

- biogene Erwärmung ca. 13-14 kJ/gCSB_{veratmet}
 - Erfahrungswert ca. 2-3°C je Gramm CSB_{veratmet}
- Beispiel Lederherstellung
 - CSB im Zulauf: 7,5 g/L
 - CSB Bilanz: CSB_{veratmet} ca. 4,4 g/L
 - Wassererwärmung ca. 9°C
- Beispiel Kunststoffrecycling
 - CSB im Zulauf: 17 g/L
 - CSB Bilanz: CSB_{veratmet} ca. 10 g/L
 - Wassererwärmung ca. 20°C

Anforderungsprofil

⇒ Für Industrieabwasser unverzichtbar

- Hohe Sauerstoffzufuhr
- Betriebssicherheit
- Notlaufeigenschaften
- Redundanz
- Verstopfungssicher
- Wartungsarm

⇒ Für Industrieabwasser wichtig

- Wirtschaftlichkeit
- Anschaffungskosten
- Betriebskosten
- Langlebigkeit
- Regelbarkeit
- Geringe Emissionen (strippen von Gerüchen, Lärm)



Systemauswahl

⇒ Druckbelüftungssysteme

- Starrporöse Belüfter
- Belüfter mit Elastomeren
- Mechanische Blasenzerteilung
 - Düsenbelüfter, Turbinentauchbelüfter, Kaminbelüfter, etc.

⇒ Oberflächenbelüftungssysteme

- Walzenbelüfter
- Kreiselbelüfter

⇒ Die Auswahl erfolgt auf Basis der Gewichtung der Gebrauchseigenschaften durch den Anwender!



Gebrauchseigenschaften

	DRUCKBELÜFTUNG	OBERFLÄCHEN-BELÜFTUNG
Sauerstoffzufuhr	hoch	hoch
Beckengeometrie	Grundriss und Tiefe frei wählbar	je nach System enge Grenzen
Flächenbedarf	i.d.R. kleiner	i.d.R. größer
Betriebssicherheit	mittel bis niedrig	hoch
Beckenreinigung	durch Einbauten an der Sohle hoher Aufwand	einfach
Alterung, Verstopfung	bei Elastomermembranen oft stark ausgeprägt	praktisch nicht vorhanden
Reparatur	i.d.R. Beckenentleerung	i.d.R. keine Beckenentleerung
Standzeit	kurz	lang
Regelbarkeit	gut	gut
Winterbetrieb	gut	mittel (Vereisungsgefahr)
Einfluss auf pH Wert	Beeinträchtigung möglich	sehr geringer Einfluss
Emissionen	niedrig bis mittel	mittel bis hoch
Schaumbildung	wird verstärkt	wird bekämpft
α -Wert	niedrig	hoch

Gebrauchseigenschaften - Sauerstoffzufuhr

- ⇒ Die (praktische) Obergrenze der Sauerstoffzufuhr auf Kläranlagen liegt bei ca. $400 \text{ gO}_2/\text{m}^3_{\text{BB}}/\text{h}$
- ⇒ Leistungsfähigkeit Druckbelüftung
 - Wird begrenzt durch die montierbare abgasende Fläche.
 - Es sind Mindestabstände für die Montage- und Revisionsarbeiten erforderlich. Bewährt haben sich mindestens 0,2 m zwischen den Rändern der Belüftungselemente.
- ⇒ Leistungsfähigkeit Oberflächenbelüftung
 - Wird begrenzt durch die eingetragene Strömung. Das Aufschaukeln von Wellen ist oft ein begrenzender Faktor.

Gebrauchseigenschaften (1)

⇒ Beckengeometrie - Flächenbedarf

- Viele Industrie- und Gewerbebetriebe sind über viele Jahre an einem Standort „gewachsen“
- Das Flächenangebot für die Abwasserreinigungsanlage am Standort ist häufig ein (zwingendes) Kriterium für eine große Wassertiefe.
- In diesen Fällen wird die Wahl häufig auf ein Druckbelüftungssystem fallen.



5. Infotag IWAR Abwassertechnik, 26. November 2015, Darmstadt

Gebrauchseigenschaften (2)

⇒ Betriebssicherheit - Reparatur

- Für betriebliche Abwasserreinigungsanlagen ist häufig eine Beckenleerung nur in den dafür vorgesehenen Revisionszeiten möglich.
- Der störungsfreie Betrieb des Belüftungssystems steht daher häufig an oberster Stelle des Forderungskataloges.
- Wie die Praxis zeigt werden in diesen Fällen fast ausschließlich Oberflächenbelüftungssysteme oder Druckbelüftungssysteme mit mechanische Blaszerteilung eingesetzt.

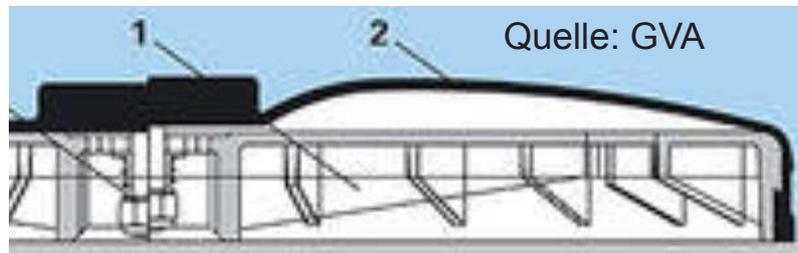
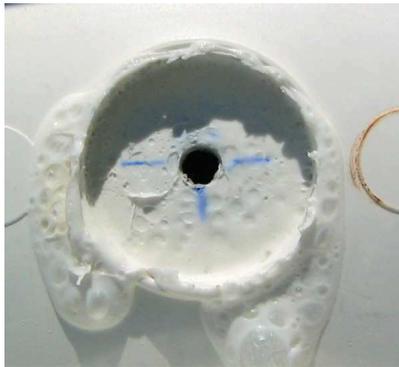


Gebrauchseigenschaften (3)

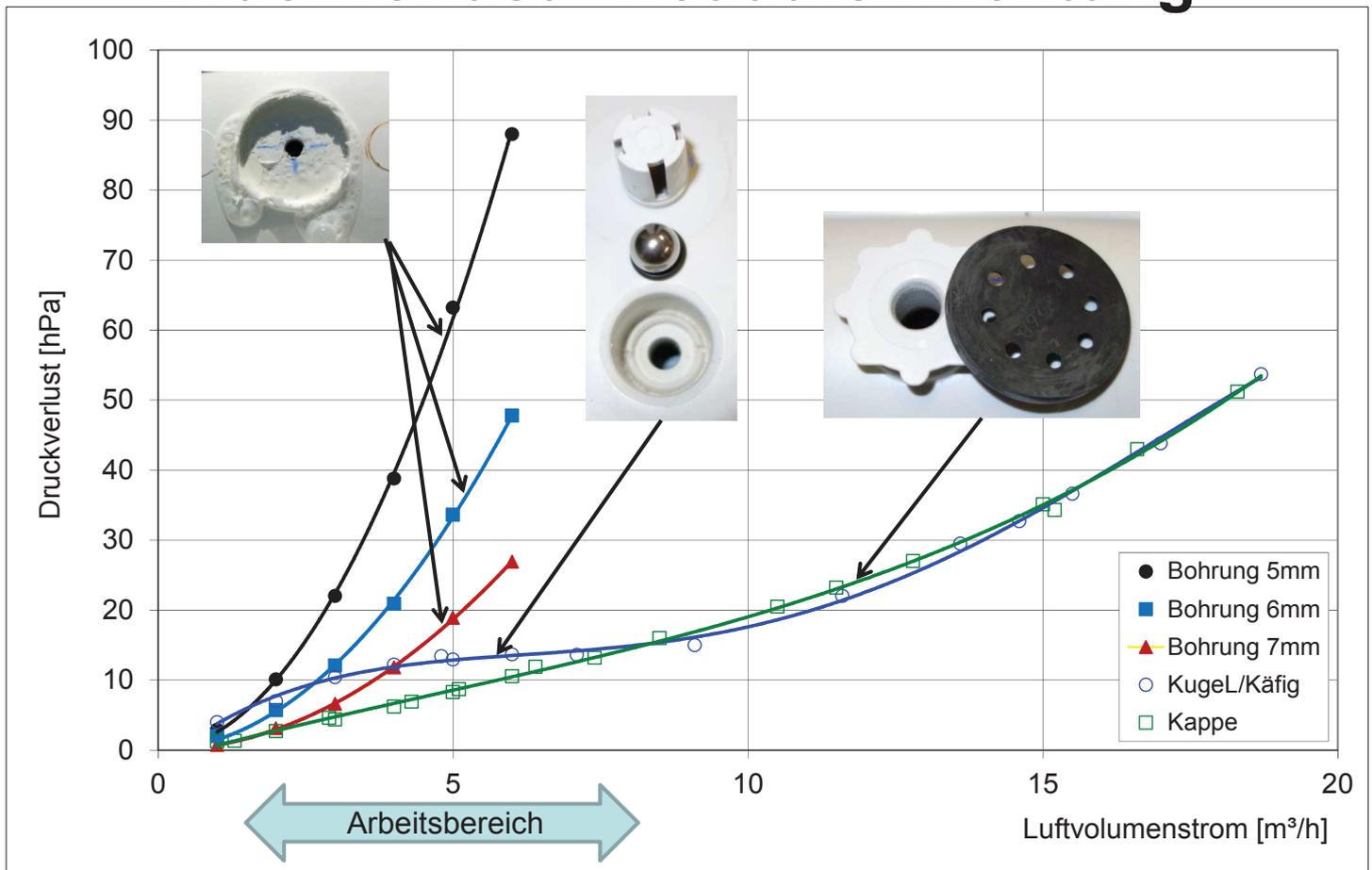
⇒ Betriebssicherheit - Notlaufeigenschaften

→ Bei Beschädigung einzelner Elemente (z.B. Riss einer Membran) muss der Rest weiter funktionsfähig bleiben.

- Bohrung
- Drosseleinrichtung
- Rückschlageinrichtung



Druckverlust - Notlaufeinrichtung



Gebrauchseigenschaften (4)

⇒ Verstopfung

→ Verstopfungen durch die Ausfällung von Abwasserinhaltsstoffen sind, auch in kommunalen Kläranlagen, seit vielen Jahren bekannt.

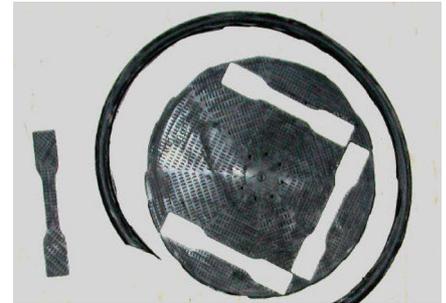
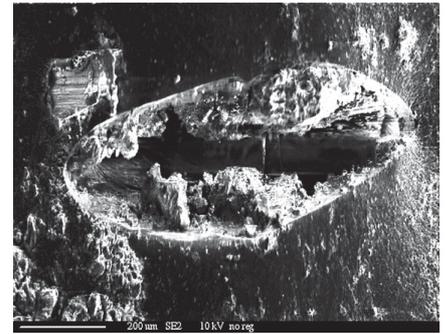
⇒ Alterung

→ Aufgrund einer zeitlichen Veränderung der Materialeigenschaften von Elastomeren verändern sich auch die Gebrauchseigenschaften (Härte, Dehnung, etc.)

⇒ Standzeit

→ Hier gibt es i.d.R. einen großen Unterschied in der Erwartungshaltung der Betreiber.

- Industriebetriebe sehen Belüfterelemente häufig als Verbrauchsmaterial, dass es in periodischen Abständen (z.T. jedes Jahr) zu ersetzen gilt.



Gebrauchseigenschaften - pH Wert

⇒ Hohe Sauerstoffausnutzung und/oder tiefe Becken

- Weniger Luft für die geforderte Sauerstoffzufuhr
- Je geringer der Luftvolumenstrom, desto höher der Partialdruck des CO_2 in der Abluft
- Je höher der Partialdruck des CO_2 in der Abluft desto höher die CO_2 Konzentration im Becken
- Alkalität wird kleiner, pH-Wert kann absinken! [1]
- Neutralisationsmittelzugabe
 - Kosten
 - Betriebsprobleme (Ausfällungen in den Poren, und nachgelagerten Anlagenteilen - Pumpen)

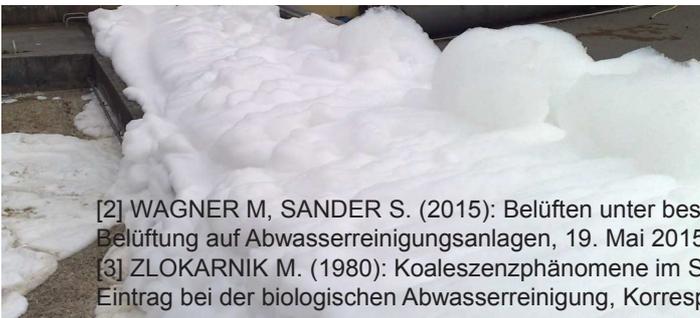
[1] SVARDAL, K. (2006): Chemische-physikalische Gleichgewichte und ihre praktische Bedeutung für den Betrieb von Abwasserreinigungsanlagen, Informationsreihe Betriebspersonal Abwasseranlagen, Folge 14



Gebrauchseigenschaften - α Wert

⇒ Salze, Tenside, Schlammalter, Trockensubstanz

- Es ist bekannt, dass Tenside, kurze Schlammalter und hohe Feststoffgehalte den α -Wert verringern [2]. Salze verringern die Koaleszenz der Blasen. Dadurch wird die Sauerstoffzufuhr verbessert [3].
- In der Praxis ist es nicht möglich die Effekte getrennt zu erfassen.
- In Industriekläranlagen mit Druckbelüftung werden in belebtem Schlamm oft α -Werte kleiner 0,5 gemessen.



[2] WAGNER M, SANDER S. (2015): Belüften unter besonderen Rahmenbedingungen; ÖWAV Seminar Belüftung auf Abwasserreinigungsanlagen, 19. Mai 2015, Wien

[3] ZLOKARNIK M. (1980): Koaleszenzphänomene im System gasförmig/flüssig und deren Einfluss auf den O_2 Eintrag bei der biologischen Abwasserreinigung, Korresp. Abw. 27, 11/1980



www.aabfrey.com

Wilhelm P. Frey
Univ. Lektor Dipl.-Ing. Dr.

Staatlich befugter und beeideter
Ingenieurkonsultent für Maschinenbau

Hofgartenstraße 4/2
A-2100 Leobendorf / Korneuburg

Telefon / Fax : +43 (0) 2262 / 68 17 3
Mobil : +43 (0) 664 / 14 20 181

E-Mail : aab.frey@aon.at
Website : www.aabfrey.com

**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit!**

Fragen ???

