

WIE MAN DIE EFFEKTIVSTE GEBLÄSETECHNOLOGIE FÜR ABWASSERANWENDUNGEN AUSWÄHLT

Aufgrund der zahlreichen Einflussvariablen bei der Auswahl eines Belüftungsgebläsesystems für Abwasseranwendungen und ebenso zahlreicher Ansprüche durch Technologieanbieter, ist es nicht überraschend, dass Verwechslungsgefahr besteht. Schlimmer noch als die Verwirrung, ist die Enttäuschung, die sich ergibt, wenn eine Gebläsetechnologie nicht das Erwartete abliefert und Betriebskosten und Effizienzvorteile unerfüllt bleiben.

Dieser Leitfaden erklärt drei Gebläsetechnologien mit Beispielen aus gegenwärtigen Abwasseranlagen, beschreibt die effektivste Technologie für besondere Anwendungen und warum. Natürlich gibt es keinen Ersatz für eine Beratung, speziell für Ihre Anwendung; jedoch kann das Handbuch helfen, die richtigen Fragen zu stellen und einen produktiven Verkaufs- und Technologiebewertungsprozess sicherzustellen.

Einführung

Energieverbrauch und Kosten waren die wichtigsten Treiber hinter der Entwicklung von effizienteren Belüftungsgebläsesystemen. Diese Systeme können bis zu 60 % des gesamten Energieverbrauches von einer Abwasseraufbereitungsanlage ausmachen. Deshalb ist die Einsparung durch größere Energieeffizienz maßgeblich. Technologische Fortschritte bei Belüftungsgebläsen bieten neue Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieverbrauches. Jedoch erfordern diese Optionen größeres Verständnis des Gesamtsystems und Schwankungen bei Betriebsbedingungen, um die Gesamtbetriebskosten und Investitionsrendite zu maximieren.

Wenn die Wahl eines Belüftungsgebläses einfach auf der Energieeffizienz oder den anfänglichen Kosten der Technologie basierte – unabhängig der Betriebsbedingungen – wäre es einfach, das effektivste Belüftungsgebläse auszuwählen. Jedoch, einmal installiert, wird der vorgesehene Kosten-Nutzen voraussichtlich nicht erreicht, wenn die Technologie falsch angewandt wird. Eine genaue Kosten-Nutzenanalyse muss den Kapitalaufwand der Belüf-

tungsgebläse selbst einschließen und die Betriebsvariablen. Die täglichen und saisonbedingten Schwankungen beim Sauerstoffbedarf, Verschmutzungen (Ablagerungen) und Altern der Diffusoren, Luftstromkontrolle und Regelbereiche sind bei Ihrer Entscheidung zu berücksichtigen, Gebläseeffizienz insgesamt und Energieverbrauch über einen längeren Zeitraum, Betriebsweise, Gebläsezubehör und Pilotanlage. Betriebsvariablen können erheblich Kosten und Nutzen beeinflussen. Mit Energieeffizienz, Hauptauslöser der Belüftungsgebläsetechnologie, ist das Ziel dieses Schriftstückes, den effizientesten und kostengünstigen Weg zu verdeutlichen, basierend auf praktischen Anwendungen und korrekt dimensionierten Gebläsetechnologien. Es gibt vier Hauptgebläselösungen für Abwasserbelüftungsanwendungen: Drehkolbengebläse, Turbogebläse, Hybridgebläse, und eine Kombination von Gebläsetechnologien. Die folgenden Bereiche zeigen kurze Einführungen zu diesen Vorgehensweisen, die jeweiligen Vorteile und Einschränkungen.

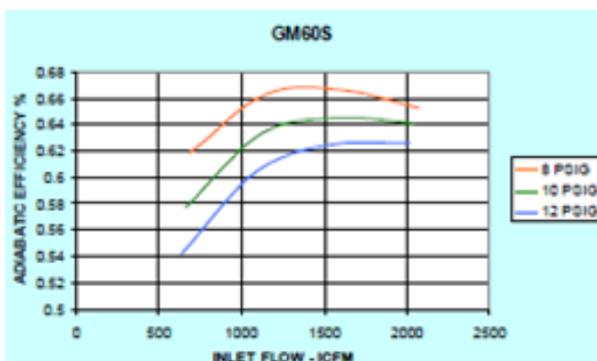
DREHKOLBENGEBLÄSE



Diese Gebläse werden als Drehkolbengebläse bezeichnet mit geraden oder gelappten Rotoren ohne interne Verdichtung. Oft werden sie als „das Arbeitspferd“ wegen ihrer Flexibilität bezeichnet, da sie sich trotz veränderlichen Bedingungen gut behaupten. Die Anschaffungskosten des Drehkolbengebläses sind geringer, als bei ihren Turbo und Hybrid Gegenstücken. Jedoch können die geringeren Kosten beim Drehkolbengebläse durch höheren Energieverbrauch aufgezehrt werden, abhängig von den Betriebsbedingungen. Wenn man den Turndown betrachtet, übertrifft das Drehkolbengebläse bei weitem die Turbo-gebläsetechnologie, da es Verhältnisse von 4:1 erreicht.

Grundlegende Konstruktionsprinzipien

- Konstantes Volumen gegen veränderliche Druckverhältnisse
- Durchflussänderungen durch Drehzahlveränderung mit variablen Frequenzantrieb
- Großer Regelbereich (typisch 4:1)
- Passt sich natürlich den Druck- und Temperaturveränderungen an
- Weitverbreitet
- Geringe Investitionskosten



Einschränkungen

- Schlupf zwischen Rotoren steigt mit dem Differenzdruck
- Wirkungsgrad fällt bei geringerer Drehzahl
- Wirkungsgrad fällt bei höherem Druck

TURBOGEBLÄSE

Beim Betrieb nahe seines Auslegungspunktes, mag die Turbotechnologie die effizienteste sein und erfüllt deshalb kostengünstig Anwendungen mit eingeschränktem Regelbereich. Der Turbo hat höhere Anschaffungskosten als seine Drehkolben - und Hybridgegenstücke. Jedoch, bei Anwendungen mit weniger Abweichungen bei den Betriebsbedingungen, können die zusätzlichen Kosten bei geringerem Energieverbrauch ausgeglichen werden.

Prinzipien der zentrifugalen Bauweise

- Dynamische Verdichtung
 - "Sweet zone" von höchster Effizienz
- Müssen auf Kennlinienfeld funktionieren
 - Durchfluss zu niedrig oder Druck zu hoch = sprunghafter Anstieg
 - Durchfluss zu hoch oder Druck zu niedrig = Drossel
 - Leistung variiert mit Luftdichte
 - Sommer (hohe Belastungen, geringe Luftdichte)
 - Winter (niedrige Belastungen, hohe Dichte)

Vorteile

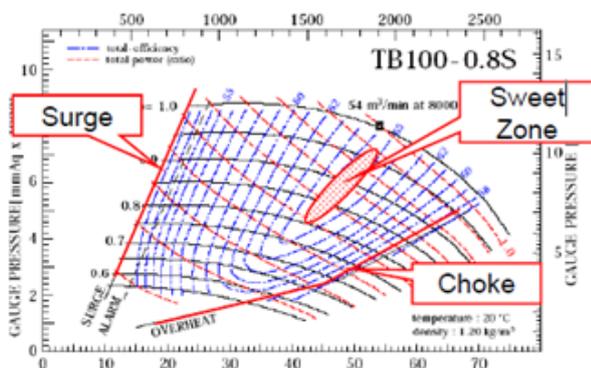
- Höhere Effizienz als herkömmliche Drehkolbentechnologie
- Kleine Aufstellfläche reduziert Kosten, um neue Gebläseräume auszulegen und nachzurüsten
- Integriertes Paket einschliesslich Gebläse, Motor und Steuerungen vereinfachen den Einbau



Aerzen Turbo AT 200 - S10

Einschränkungen

- Eingeschränkter Betriebsbereich in Bezug auf Druck und Luftströmung (typisch 2:1 Reduzierverhältnis)
- Eingeschränkte ON/OFF Funktion aufgrund der Tragflächenlagereinschränkungen und begrenztem Verschleiß bei elektronischen Komponenten



HYBRID GEBLÄSE (DREHKOLBENVERDICHTER)

Diese Technologie bietet eine Energieeffizienz, vergleichbar dem Turbo mit der Flexibilität der Drehkolbengebläsetechnologie. Der Hybrid nutzt einen Niederdruck Schraubenrotor, anstatt eines geraden oder gelappten Drehkolbenrotors. Bei Anwendungen mit großen Schwankungen im Durchfluss und Druck, können Hybridgebläse Werte, so niedrige wie 25 Prozent des ursprünglichen Auslegungspunktes, erzielen.

Hybrid Auslegungsprinzipien

- Konstantes Volumen gegen veränderlichen Druck
- Großer Regelbereich (typisch 4:1)
- Durchflussänderungen durch Drehzahlveränderung
- Rotorengröße, Komprimieren von Luft innerhalb des Gehäuses

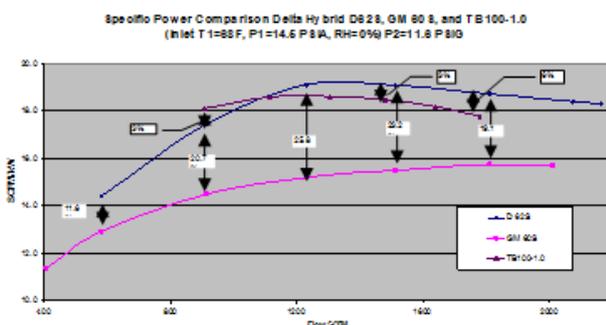


Vorteile

- Vergleichbare Effizienz zum Turbo
- Hohe Effizienz durch den ganzen Bereich
- Tolerant gegenüber Druckschwankungen

Einschränkungen

- Weniger effizient bei sehr niedrigem Druck als Drehkolbengebläse
- Höhere Kapitalkosten (10% höher als Drehkolbengebläse)
- Größere Stellfläche als der Turbo



KOMBINATIONSGEBLÄSE TECHNOLOGIEN

Für große Kläranlagen kann das Anwenden einer Kombination von Gebläsetechnologien an mehreren Punkten in dem Aufbereitungsprozess die gesamte Energieeffizienz verbessern und die anfänglichen und die langfristigen Betriebskosten senken. Diese Lösung kann besonders effektiv sein in einer Nachrüstungsanwendung, und in Prozessen, wo die Einschaltdauer des Gebläses bis zu lediglich einer Stunde pro Tag niedrig sein kann.



Vorteile

- Turbogebläse sind ideal für Anwendungen, wo sie den ganzen Tag mit derselben Drehzahl laufen können - sie sind weniger effizient, wenn sie für Anwendungen mit regelmäßigen Schwankungen verwendet werden. Die beste Möglichkeit ein System zu optimieren ist, ein Turbo (für Grundlast) mit einem Hybrid (für Spitzenlast und niedrige Strömungsbedingungen) zu kombinieren.
- Es ist kritisch, dass der Turbo in der Lage ist, die Einführung des Hybrid ohne Wellen zu tolerieren. Das Leerlauf-Merkmal und die auf Strom basierende Umrichter-Steuerung erleichtern diese Kombination.
- Es ist auch kritisch, dass Drehkolbengebläse oder Hybrid mit Pulsationsdämpfung ausgerüstet werden können, um die Störungen im System zu minimieren während des Betriebes mit dem Turbo.
- Die Gesamt-Energieeffizienz kann mit dieser Vorgehensweise höher sein, und der Gesamt-Regelbereich kann auf 6:1 oder mehr ausgeweitet werden.

KLÄRANLAGEN ANWENDUNGSBEISPIELE

Die folgenden Fallstudien veranschaulichen die Ergebnisse, die durch das Einführen von Turbo, Hybrid, und Kombinationsgebläse Technologien in Kläranlagen erzielt werden können.

Turbogebläse: Blue River Kläranlage

Überblick: Die 1974 gebaute Blue River Kläranlage in Silverthorne, Colorado, bietet Abwasserdienstleistungen für die Kommunen Silverthorne, Dillon, Dillon Valley, Buffalo Mountain und Mesa Cortina. Die Blue River Kläranlage, eine konventionelle Belebtschlammanlage mit erweiterten Belüftungsmöglichkeiten und einer Designkapazität von 4 Millionen Gallons pro Tag (MGD), bedient Urlaubsorte mit einem Verbrauch mit hoher Schwankung, sowohl saisonal als auch zwischen Wochenmitte und Wochenenden während der Hauptsaison.

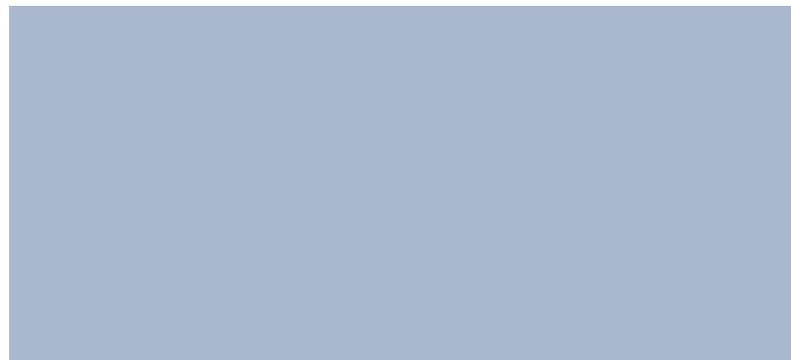
Der durchschnittliche Bedarf liegt zwischen circa 1,5 und 2 MGD. Angesichts des Schwankens der Beckenpegel und der Beschränkungen beim Abschalten der mehrstufigen Zentrifugalgebläse haben die Betreiber der Anlage häufig überbelüftet, welches zu Energieverlust führte und die Gesamteffizienz der Gebläse senkte. Techniker experimentierten mit dem Einbauen von Frequenzumrichtern in die alten Gebläse, um den Energieverbrauch zu reduzieren, aber es erwies sich als schwierig, die Zentrifugalgebläse vor Überspannung zu schützen.

Ziel: Reduzieren der steigenden Energiekosten und Ersetzen der alternden mehrstufigen Zentrifugalgebläse durch neue Technologie, die den Energieverbrauch reduzieren

und für kontinuierlichen und zuverlässigen Betrieb sorgen würde.

Resultate: Die Silverthorne-Dillon Joint Sewer Authority (JSA) wählte das AERZEN TB100, ein 100 HP (75 kW) Turbogebläse aufgrund seiner Fähigkeit den maximalen Design-Belüftungsbedarf von 1.400 Kubikfuß pro Minute (CFM) bei einem Druck von 7,5 psi zu decken. Der TB 100 läuft mit einem Permanentmagnet-Motor, der speziell für die Hochfrequenz- und Hochdrehzahlenforderungen einer Turboanwendung mit direktem Antrieb entworfen wurde.

Ein unmittelbar erkennbarer Nutzen war die drastische Reduzierung des Schalls, welches den Gehörschutz überflüssig macht. Die Anlage erreichte eine durchschnittlich 20 Prozent höhere Energieeffizienz als mit den Vorgänger-Gebläsen, woraus sich jährliche Einsparungen von circa 6.500 \$ ergaben. Ein weiterer energiewirtschaftlicher Vorteil ist die Wärmerückgewinnung aus dem Kühlsystem des Gebläses. Die Warmluft wird verwendet, um die Einrichtung während der kalten Wintermonate zu heizen, und ein separater Kühlluftanschluss bläst die Wärme während der Sommermonate ins Freie. Da die Gebläse mit Luftlagerung ausgestattet sind, die mit Luft anstelle von Öl gefettet wird, hat die Anlage auch ihre Instandhaltungskosten reduziert.



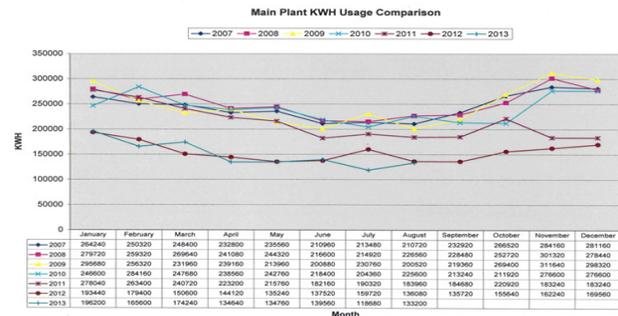
Hybrid Drehkolbenverdichter: Kläranlage der Stadt Anacortes

Überblick: Die Kläranlage der Stadt Anacortes liegt im Staat Washington vor der Küste von Puget Sound, eine Heimat für eine Vielzahl wild lebender Tiere und Leben im Wasser. Die Kläranlage verarbeitet 2 MGD und verwendete drei mehrstufige 150 HP (112 kW) Zentrifugalgebläse, mit einer minimalen Luftdurchflussmenge von ca. 1.750 Normkubikfuß pro Minute (SCFM) - viel mehr als benötigt um ausreichenden gelösten Sauerstoff (DO) in dem Becken zu erhalten.

Ziel: Reduzieren der steigenden Energiekosten und Ersetzen der alternden mehrstufigen Zentrifugalgebläse durch neue Technologie, die den Energieverbrauch reduzieren und für kontinuierlichen und zuverlässigen Betrieb sorgen würde.

Resultate: Nach dem Auswerten der Hybrid und Turbo Technologien wählte die Anlage den AERZEN Delta Hybrid D62S mit einem 75 HP (56 kW) Motor aus zwei Gründen: 1) niedrigere Anfangskosten und Betriebskosten und 2) breites Spektrum an Betriebsverhältnissen, speziell höhere Turndown-Kapazität. Der neue Delta Hybrid arbeitet zwischen 1.450 SCFM bei Spitzenströmung und 600 SCFM nachts, für Stromeinsparungen von 30 bis 55 kW/Std., in Abhängigkeit von der Tageszeit.

Der neue Drehkolbenverdichter ermöglichte es der Anlage auch zwei Kanalluftgebläse abzuschalten, welches allein circa 11.700 \$/Jahr einsparte. Alles in allem sparte das neue Belüftungssystem der Stadt circa 56.155 \$/Jahr an Energiekosten und Gebühren, die ihr Energieversorger industriellen Kunden aufgrund des Verbrauchs berechnet. Die Amortisationszeit betrug 22 Monate. Außerdem war es der Anlage möglich, das vorhandene Wartungspersonal einzusetzen um die neuen Belüftungsgebläse zu warten, so dass die potentiellen Kosten, die mit den Wartungs- und Instandhaltungsverträgen verbunden sind, eliminiert wurden.



Die Stadt Anacortes erfuhr eine deutliche Abnahme des Energieverbrauchs mit dem AERZEN Delta Hybrid Drehkolbenverdichter.



Die Stadt Anacortes ersetzte ein mehrstufiges Zentrifugalgebläse mit 125 HP (93 kW) (rechts) durch einen AERZEN Hybrid Drehkolbenverdichter D 62S mit 75 HP (56 kW) (links).



Bild 1 AERZEN AT Turbogebläse und zwei Drehkolbengebläse zur Verarbeitung von Luft bei der Abwasseraufbereitungsanlage in Bremervörde, Deutschland.

Kombinationsgebläse Technologie: Abwasseraufbereitungsanlage Bremervörde

Überblick: Die Abwasseraufbereitungsanlage Bremervörde in Deutschland hat eine Gesamtauslegungskapazität von 30.000 Einwohnergleichwert (EGW) - ein Maß der gesamten Abwasserbelastung geteilt durch die Abwasserbelastung einer einzelnen Person. Mit einem Betrieb bei ca. 29.000 EGW nähert sich die Anlage der Volllast an, und verarbeitet bis zu 3.000

Kubikmetern Abwasser pro Tag. Jedoch kann die Wochenendreduzierung zu Lastschwankungen zwischen 1.200 und 1.500 Kubikmetern führen. In der Woche verarbeitet die Anlage nahezu konstant 1.500 Kubikmeter pro Tag unter Einsatz von zwei vorhandenen AERZEN Delta Drehkolbengebläsen. Etwa 75 Prozent des Energieverbrauchs werden für die Erzeugung von Prozessluft verwendet, was eine bedeutende Gelegenheit zur Reduzierung der Betriebskosten darstellte.

Ziel: Optimieren des Energieverbrauchs durch das Einführen eines vollautomatischen Gebläsesystems, welches die Prozesslaufanforderungen innerhalb des Betriebsbereiches von 50 bis 100 Prozent erfüllen würde.

Resultate: Die Anlage wählte das AERZEN Turbogebläse AT 100. Das neue Turbogebläse dient als Grundlast Erzeuger für Prozessluft und arbeitet in einem Kapazitätsbereich zwischen 35 und 80 Kubikmetern pro Minute (1200 bis 2800 SCFM). Die beiden vorhandenen Drehkolbengebläse werden an das neue System angeschlossen und fahren automatisch an, wenn sie zur Bewältigung von Spitzenlasten benötigt werden, oder dienen als redundante Gebläse. Das Ergänzen des neuen Turbogebläses führte zu Kosteneinsparungen in der Größenordnung von 20 bis 25 %.

ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG

Kläranlagenleiter haben mehr Möglichkeiten, die Energieeffizienz zu optimieren und die Betriebskosten zu reduzieren, dank einer Vielzahl von Belüftungsgebläsetechnologien und Anwendungskonzepten. Eine umfassende Kenntnis des gesamten Prozesses, der Betriebsverhältnisse und des Zusammenspiels der Belüftungs- und Prozesssteuerungen ist der Schlüssel zu einer erfolgreichen Umsetzung.

Oftmals werden die Technologien aufgrund des Versprechens hoher Energieeffizienz und des nicht Berücksichtigens von Betriebsvariablen falsch angewendet. Dies führt letztlich dazu, dass die Maschine außerhalb des beabsichtigten Bereiches läuft. Neue aufgestellte Anwendungs-

konzepte und neuere technologische Fortschritte im Zusammenhang mit dem gesamten Kläranlagensystem, haben sich beim Maximieren des Nutzens jeder Technologie als effektiv erwiesen. Das Ergebnis ist eine Verbesserung der gesamten Wirtschaftlichkeit der Kläranlage in Bezug auf Gesamtanlageneffektivität (GAE), Energieeffizienz, und reduzierte Betriebs- und Wartungskosten.

Erfahren Sie, wie Ihre Anlage die Energieeffizienz und operative Wirksamkeit optimieren kann mit AERZEN's Kurzanleitung für Ingenieure bei der Gebläsetechnologie-Auswahl oder nehmen Sie noch heute Kontakt auf mit Ihrem ortsansässigen AERZEN Anwendungsspezialisten, um Ihre Anwendung zu diskutieren (610) 380-0244.

