

## Drehkolbengebläse gegen Turboverdichter

# Energiekosteneinsparung bei der Belüftung

Der Vergleich der Belüftungsleistung vorhandener Drehkolbengebläse mit dem ABS Turboverdichter HST ermöglichte dem spanischen Abwasserreinigungsunternehmen FACSA eine erhebliche Reduzierung seiner Energie- und Wartungskosten.

**A**BS ist eine Produktmarke von Sulzer Pumps, die für Innovation und bewährte Lösungen im Bereich der Abwassersammelsysteme und der Abwasserbehandlung steht. Die hohe Kompetenz von ABS basiert auf über 100-jähriger Erfahrung auf dem Gebiet der Abwassertechnik. Heute verfügt ABS über eines der weltweit umfassendsten

Technologieportfolios zur Bewältigung der täglichen Herausforderungen im kommunalen, industriellen, gewerblichen und häuslichen Abwassersektor.

Ein wichtiges strategisches Ziel von ABS ist es, Lösungen für die Abwasserbranche bereitzustellen, die dabei helfen, den Energieverbrauch und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren und gleichzeitig

die Effizienz und Zuverlässigkeit von Anlagen zu erhöhen. Um diese Ziele zu erreichen, bringt ABS im Rahmen seiner «ABS EffeX Revolution» eine Reihe von Weltneuheiten auf den Markt. Der erste Schritt war die Einführung der Abwassertauchpumpen der ABS EffeX-Reihe XFP mit IE3-Premium-Effizienz-Motoren im Jahr 2009. Die Reihe umfasst sechs

Das Bild zeigt Castellón de la Plana und das Gebirge der Wüste «Desert de Les Palmes» aus der Luft.



Karl Schreiber | CC-BY-SA

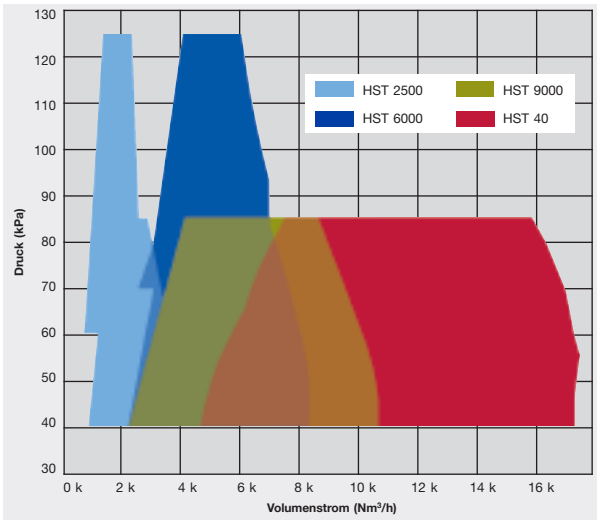
Modelle mit Motorenleistungen zwischen 1,3 und 350 kW.

Im Jahr 2010 folgte der ABS Konzeptmixer XRW mit Permanentmagnetmotor, der eine Effizienzsteigerung von bis zu 35% gegenüber anderen Mixern im mittleren Drehzahlbereich ermöglicht. Noch in diesem Jahr wird ABS zwei weitere Weltneuheiten zur Reduzierung des Energieverbrauchs und zur Verbesserung der Betriebsabläufe in Abwasserreinigungsanlagen präsentieren.

#### Herausragend: Turboverdichter HST

Eine weitere innovative ABS Produktreihe mit nachweislich geringerem Energieverbrauch, reduzierten CO<sub>2</sub>-Emissionen und niedrigeren Wartungskosten ist die Turboverdichterreihe HST, die vorwiegend zur Belüftung bei der Abwasserbehandlung eingesetzt wird. Folgende Merkmale sorgen dabei für geringere Lebenszykluskosten und einen einfachen Betrieb:

- Magnetlager – minimale Energieverluste und kein mechanischer Verschleiß
- Integriertes Design – Verdichter, Motor, Frequenzumwandler und Schaltschrank in einer einfach zu installierenden Einheit
- Kompakte Bauweise – geringer Platzbedarf, niedrige Gebäudekosten
- Niedrige Installationskosten – kein externer Anlauf oder Steuerschrank erforderlich; weder Kran noch spezielle Fundamente notwendig
- Modulares System – ermöglicht den parallelen Betrieb mehrerer Verdichter und maßgeschneiderte Lösungen
- Kompatibel – kann problemlos mit anderen Verdichtertypen eingesetzt werden und ermöglicht eine flexible Modernisierung von Anlagen


ABS Turboverdichter HST können in Gruppen eingesetzt werden und so zu maßgeschneiderten Gesamtanlagen kombiniert werden. Die Modulare Kontrolleinheit von ABS optimiert den Verdichterbetrieb entsprechend dem gewünschten Volumenstrom und steuert die ganze Gruppe so, als handelte es sich um einen einzigen Verdichter. Das ermöglicht einen optimierten Betrieb der gesamten Gruppe hinsichtlich der Luftleistung und des Energieverbrauchs. Die Leistungskurven von vier Modellen des ABS Turboverdichters HST sind in  dargestellt.

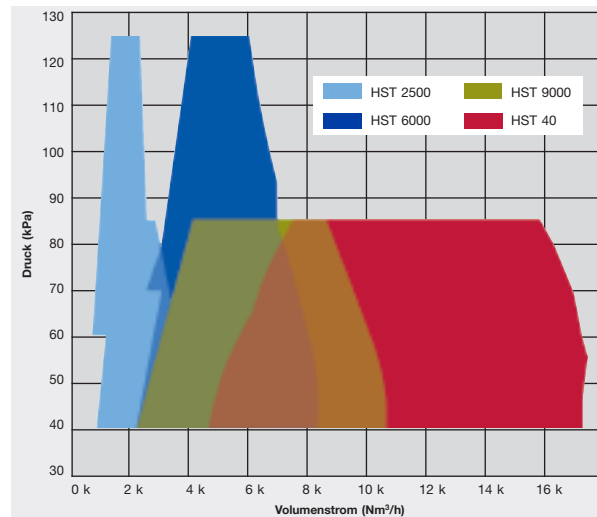
#### Energieintensive Belüftung


Den größten Einzelanteil an den Gesamtbetriebskosten einer Abwasserreinigungsanlage haben mit geschätzten 15–30% die Energiekosten für die Motoren. Davon entfallen 43% auf die Belüftung, 33% auf die Vorbehandlung und 24% auf die Schlammwässerung.


Aufgrund des hohen Energieverbrauchs bei der Belüftung hat sich das spanische Abwasserreinigungsunternehmen FACSA dazu entschlossen, die Leistung seiner vorhandenen Drehkolbengebläse mit einem ABS Turboverdichter HST 6000 mit hoher Drehzahl zu vergleichen, um zu sehen, ob sich damit bedeutende Energieeinsparungen erzielen lassen.

#### Belüftung in der Abwasserbehandlung

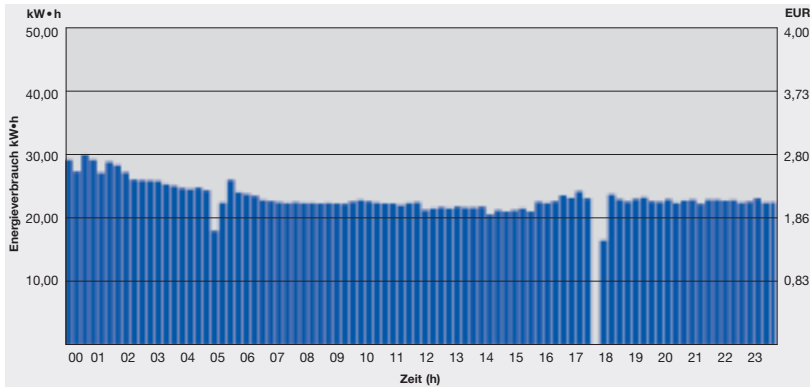
Die in diesem Artikel beschriebene Untersuchung fand in der Abwasserreinigungsanlage in Castellón in der Region Levante statt . Die Anlage ist ausgelegt auf eine Behandlung von bis zu 45000 m<sup>3</sup> Abwasser/Tag bei einer elektrischen Gesamtanschlussleistung von 1370 kW. Die 1980 erbaute Anlage



 Kennlinien für Druck (kPa) und Volumenstrom (Nm<sup>3</sup>/h) von vier Modellen des ABS Turboverdichters HST.

 Abwasserreinigungsanlage von FACSA in Castellón in der spanischen Region Levante.





3 Energieverbrauch des ABS Turboverdichters HST 6000.

umfasst zwei Straßen zur biologischen Reinigung mit einem Fassungsvermögen von 4428m<sup>3</sup> und 5125m<sup>3</sup>. Die Luftversorgung erfolgt über vier Drehkolbengebläse (zwei pro Straße) und feinblasige Tellerbelüfter. Die elektrische Gesamtleistung der Gebläse beträgt 160 kW bei einem Nennvolumenstrom von 11238m<sup>3</sup>/h für die Straße 1 und 7326m<sup>3</sup>/h für die Straße 2 bei Standardbedingungen.

Für den Vergleich der Drehkolbengebläse (Typ Roots-Gebläse) mit den Hochgeschwindigkeits-Turboverdichtern mit Magnetlagertechnik musste ein Turboverdichter mit einer ähnlichen

Kapazität wie die vorhandenen Gebläse verwendet werden. Gewählt wurde ein ABS Turboverdichter HST 6000 mit folgenden Spezifikationen und Betriebsdaten:

- Auslegung desVolumenstroms: zwischen 2475m<sup>3</sup>/h und 7462m<sup>3</sup>/h bei Standardbedingung
- Aufstellungshöhe der Anlage: 0 m (Meereshöhe)
- Umgebungslufttemperatur: zwischen 0°C und 35°C
- Relative Luftfeuchte: 50% bis 80%
- Druckerhöhung: 53kPa (Eingangsdruck: 101325 Pa, Auslassdruck: 154325 Pa)

Der Luftstrom wird durch einen eingebauten Frequenzumwandler geregelt, der in der Lage ist, das Luftvolumen und den Druck durch Veränderung der Drehzahl und des Drehmoments präzise zu regulieren. Hier können bei niedrigeren Drehzahlen erhebliche Energieeinsparungen erzielt werden.

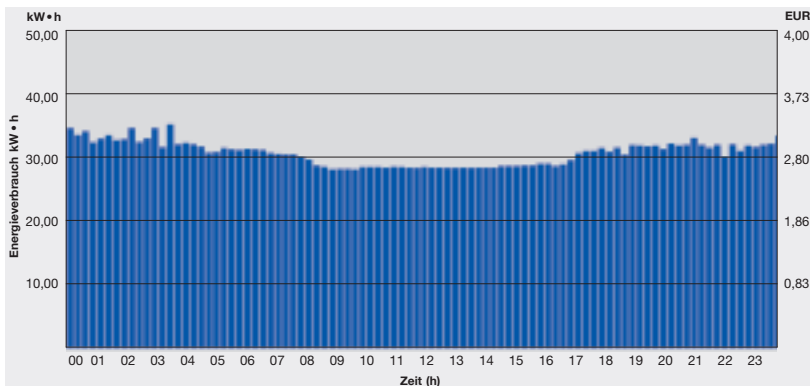
### Energieverbrauchsanalyse

Um einen korrekten Vergleich beider Belüftungstechnologien zu ermöglichen, wurde eine Abwasserbehandlungsstraße abwechselnd mit dem Drehkolbengebläse und dem Turboverdichter betrieben. Danach wurde der Energieaufwand in kWh/kg für den BSB<sub>5</sub>-Abbau gemessen.

Der Bedarf an biochemischem Sauerstoff oder BSB<sub>5</sub> ist die Menge an gelöstem Sauerstoff, die von aeroben biologischen Organismen im Wasser benötigt wird, um organisches Material in einer bestimmten Menge Wasser bei einer bestimmten Temperatur in einem bestimmten Zeitraum abzubauen.

Um die Normierung der Ergebnisse zu erleichtern, wurde in beiden Fällen die gleiche Belebtschlammkonzentration verwendet. Der Energieverbrauch beider Systeme wurde mithilfe eines Analysegeräts verglichen, das in einem Intervall von 15 Minuten die Betriebsdaten der Ausrüstung aufzeichnete.

4 Energieverbrauch des Drehkolbengebläses.



### Wartungskostenanalyse

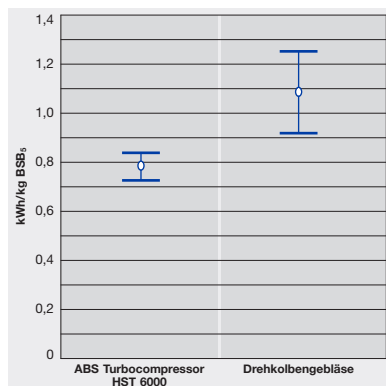
Die Analyse der Wartungskosten beider Technologien erfolgte theoretisch durch den Vergleich ihrer präventiven Wartungsaufgaben. Während für die vorhandenen Drehkolbengebläse ein vollständiges Protokoll der durchgeführten Wartungshandlungen vorlag, war dies für den ABS Turboverdichter HST nicht möglich, da dieser erst kurz zuvor (im Sommer 2009) in der Kläranlage installiert worden war. Es muß aber betont werden,

dass seit Inbetriebnahme des Verdichters im September 2009 keinerlei Reparaturmaßnahmen vorgenommen werden mussten. Darüber hinaus gibt es eine bedeutende Anzahl von Referenzen bestehender Anlagen, in denen die Turboverdichter seit mehreren Jahren einwandfrei in Betrieb sind.

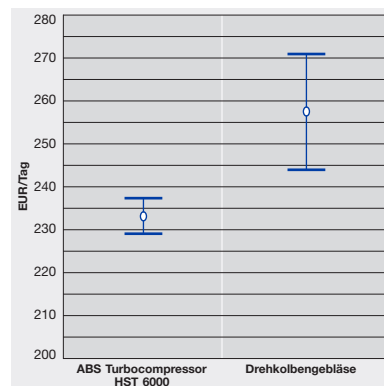
### Energieverbrauch

Die Ergebnisse von zwei Tagen mit praktisch identischen Systembedingungen sind in [3] und [4] dargestellt. Wie man sehen kann, ist der Energieverbrauch des Drehkolbengebläses höher als der des Turboverdichters. Der Energieverbrauch und die Eigenschaften beider Technologien sind in [5] und [6] aufgeführt. Für die Berechnung der täglichen Kosten wurde von einem Energiepreis von 0,098 EUR/kWh ausgegangen.

Deutliche Ergebnisse lieferte der Vergleich des Energiebedarfs für den BSB<sub>5</sub>-Abbau (kWh/kg BSB<sub>5</sub>) und der täglichen Kosten (EUR/Tag). Die Ergebnisse einer Varianzanalyse (ANOVA) zeigen, dass der durchschnittliche Energieaufwand für den BSB<sub>5</sub>-Abbau mit dem ABS Turboverdichter HST (0,86 kWh/kg BSB<sub>5</sub>) deutlich niedriger ist als mit dem



[7] Ergebnisse der Varianzanalyse des Energiebedarfs für den BSB<sub>5</sub>-Abbau beim ABS Turboverdichter HST 6000 und beim Drehkolbengebläse.



[8] Ergebnisse der Varianzanalyse der täglichen Kosten für den ABS Turboverdichter HST 6000 und das Drehkolbengebläse.

Drehkolbengebläse (1,23 kWh/kg BSB<sub>5</sub>) [7]. Dies entspricht einem Unterschied von 0,37 kWh/kg BSB<sub>5</sub>. Gleichzeitig liegen die durchschnittlichen Kosten für das Drehkolbengebläse mit 258 EUR/Tag höher als für den ABS Turboverdichter HST (233 EUR/Tag) [8].

### Wartungskosten

Bedingt durch das Arbeitsprinzip des ABS Turboverdichters HST ist der präventive und korrektive Wartungsbedarf der mechanischen Teile unter korrekten Betriebsbedingungen sehr gering.

Betrachtet man die in den Wartungshandbüchern aufgeführten Wartungsarbeiten, liegen die theoretischen Wartungskosten für ein Drehkolben-

gebläse über einen Zeitraum von fünf Jahren bei maximal EUR19318.

Bei Drehkolbengebläsen ist eine sorgfältige Kontrolle des Schmieröls in den Lagern und der beweglichen Teile im Allgemeinen erforderlich. Zur Schätzung der Wartungskosten für das Gebläse wurde ein Näherungswert ermittelt, der die Material- und Personalkosten für die im Laufe der Jahre durchgeführten Wartungen einschließt.

Nach 20000 Betriebsstunden (ca. 2,5 Betriebsjahre) ist eine Überholung fällig, die beim Lieferanten durchgeführt wird und mit etwa EUR 8150 zu Buche schlägt. Damit betragen die Gesamtwartungskosten für das Drehkolbengebläse etwa EUR 27468.

Hinzu kommt, dass zum Transport eines Drehkolbengebläses ein oder mehrere Krane oder Gabelstapler notwendig sind, während ein ABS Turboverdichter HST mit einem normalen Hubwagen bewegt werden kann.

### Der ABS Turboverdichter HST als Energiesparer

Die bei der Untersuchung gewonnenen Daten lassen darauf schließen, dass ein ABS Turboverdichter HST geringere Betriebskosten verursacht als ein herkömmliches Drehkolbengebläse. Die höhere Energieeffizienz des Turboverdichters ist auf den größeren optimalen

[5] Eigenschaften des Drehkolbengebläses.

Drehkolbengebläse				
Größe	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standardabweichung
kWh/kg BSB <sub>5</sub>	1,1	0,63	1,57	0,306
EUR/Tag	258,08	210,14	298,08	24,183

[6] Eigenschaften des ABS Turboverdichters HST 6000.


ABS Turboverdichter HST 6000				
Größe	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standardabweichung
kWh/kg BSB <sub>5</sub>	0,78	0,43	1,47	0,193
EUR/Tag	233,60	187,01	290,59	24,067



Arbeitsbereich des Systems zurückzuführen, d.h., kleine Veränderungen im Druck erhöhen den Energieverbrauch nicht in dem Maße, wie es bei einem normalen Drehkolbengebläse der Fall ist. Durch die Magnetlagertechnik kann auf herkömmliche Lager und bewegliche Teile – z.B. einen Riemenantrieb, wie es bei einem herkömmlichen Drehkolbengebläse zum Einsatz kommt – verzichtet werden, was zu erheblichen Energieeinsparungen führt.

Nach mehreren Monaten des Betriebs sowohl mit den vorhandenen Gebläsen als auch mit dem Turboverdichter wurden Energieeinsparungen zwischen 20% und 30% erzielt. So sank der Energiebedarf zum BSB<sub>5</sub>-Abbau von 1,23 kW/kg BSB<sub>5</sub> auf 0,86 kW/kg BSB<sub>5</sub>. Geht man von einem Energiepreis von 0,098 EUR/kWh aus, entspricht dies einer Einsparung von EUR 25 146 im Jahr. Vergleicht man darüber hinaus die Wartungskosten für das Drehkolbengebläse (27 468 EUR/5 Jahre) mit den Kosten für die präventive und korrektive Wartung des ABS Turboverdichters HST 6000 (15 771 EUR/5 Jahre), können mit dem Turboverdichter EUR 11 697 eingespart werden.

#### Zufriedene Beteiligte

Alle an der Vergleichsstudie Beteiligten zeigten sich sehr zufrieden mit den Ergebnissen. So sagte David Castell, Manager der Abwasserreinigungsanlage von FACSA in Castellón: «Ich bin sehr zufrieden mit dem Betrieb des ABS Turboverdichters HST 6000 , der wissenschaftlich nachweisbare Energieeinsparungen von 20–30% liefert. Dank des geringeren Energiebedarfs wird der CO<sub>2</sub>-Ausstoß mit dem Turboverdichter um schätzungsweise 350–400 Tonnen im Jahr gesenkt. Wartungsmäßig läuft das System in Castellón seit der Installation



 ABS Turbocompressor HST 6000.

vor zwei Jahren, ohne dass irgendwelche Eingriffe erforderlich waren.

Darüber hinaus bietet der ABS Turboverdichter HST zwei weitere Vorteile, die dem Kunden zugute kommen: Durch seine geringe Größe und das niedrige Gewicht kann das System mithilfe eines gewöhnlichen Hubwagens viel einfacher von Hand bewegt werden als ein Gebläse. Bei einem Anlagenneubau reicht ein kleinerer Raum für die Installation der Maschine. Weder Krane noch anderes schweres Hebezeug sind erforderlich. Darüber hinaus erleichtern die geringen Geräuschemissionen des ABS Turboverdichters HST die Einhaltung von Lärmvorschriften.

Während das Personal bei Drehkolbengebläsen eine Schutzausrüstung verwenden muss, ist dies bei Turboverdichtern nicht erforderlich. Das wiederum bedeutet komfortablere Arbeitsbedingungen für das Personal und keine Beschwerden von Anwohnern der Kläranlage.

Mit der Einheit in Castellón betreibt FACSA mittlerweile zwei ABS Turboverdichter HST, und ich freue mich darauf, in Zukunft von neuen Technologien von Sulzer zu hören, die zur Verbesserung von Abwasserprozessen beitragen.»

Lobende Worte fand auch der Vertriebsingenieur für die Region Levante, Juan Luis Alonso: «Wir waren uns sicher, dass die ABS Turboverdichter der HST-Reihe die Anforderungen unserer Kunden in Bezug auf Energieeinsparungen, geringere Wartungskosten und einen leisen Betrieb erfüllen können.

Der erfolgreiche Betrieb der ABS Turboverdichter HST bei FACSA und die Veröffentlichung der Vergleichsstudie hat das Interesse der Kunden geweckt und zur Installation sechs weiterer Belüftungssysteme mit ABS Turboverdichtern in der Region Levante geführt. Jetzt, wo ihre hohe Leistungsfähigkeit durch unsere enge Zusammenarbeit mit FACSA zweifelsfrei nachgewiesen wurde, freuen wir uns darauf, den Erfolg in Zukunft weiter auszubauen.»

**Bart Janssen**  
Cardo Flow Solutions Spain  
C/Madera, 14–16  
28522 Madrid  
Spanien  
Telefon +34 620 714 721  
bart.janssen@sulzer.com

**Tom Albrecht**  
Cardo Flow Solutions Finland  
Tekniikantie 4 D  
02150 Espoo  
Finnland  
Telefon +358 50 404 89 17  
thom.albrecht@sulzer.com