



AERZEN COM·PRESS

AERZEN Management

Für die Zukunft ausgerichtet



Biogas-Projekt mit AERZEN

Versorgungssicherheit zählt



Performance³-Technologiemix

Effizienz im Belebungsbecken



Björn Thümler (Minister für Wissenschaft und Kultur Niedersachsen), Prof. Dr. Volker Epping (Präsident der Leibniz Universität Hannover), Stephan Weil (Ministerpräsident Niedersachsen), Hauke Jagau (Präsident der Region Hannover), Dr. Christian Grahl (Bürgermeister der Stadt Garbsen) und Prof. Dr.-Ing. Jörg Wallaschek (Dekan der Fakultät für Maschinenbau) gaben den Startschuss zum First Run.

Das Versuchsluftversorgungssystem von AERZEN wird höchsten Anforderungen an Regelbarkeit, Messgenauigkeit, Strömungsqualität, Wiederholbarkeit sowie Konstanz gerecht.

Forschen für die Energiewende

Liebe Leser,



Stephan Brand,
Vice President
Marketing/
Director Turbo
Business

als wir die Erstellung dieser COM.PRESS-Ausgabe vor einigen Wochen begonnen hatten, da war unsere Welt noch in Ordnung. Heute ist leider alles anders. Das Coronavirus bestimmt unseren Alltag, unsere wirtschaftliche Situation, unser Zusammenleben. Und die Ereignisse überschlagen sich täglich, fast stündlich.

In dieser für uns alle schwierigen Zeit möchten wir Ihnen klar sagen: Sie können auf uns zählen! Wir stehen an

Ihrer Seite! Seit über 150 Jahren ist die Aerzener Maschinenfabrik ein verlässlicher Partner, und das sind wir erst recht in Krisenzeiten. Aktuell sind unsere Lieferketten intakt, und wir sind auch weiterhin für Serviceeinsätze gerüstet.

Wir haben uns lange überlegt, ob wir diese Ausgabe der COM.PRESS überhaupt versenden sollen. Nach reichlicher Überlegung haben wir entschieden, dass es gerade in herausfordernden Situationen wichtig ist, Kontakte zu pflegen und zu kommunizieren. Insofern hoffen wir, dass unser Newsletter Ihnen in diesen stürmischen Zeiten etwas positive Ablenkung geben kann.

Und gemeinsam werden wir diese und andere Krisen überstehen!

Blieben Sie gesund!

Herzlichst Ihr

Hochkomplexes, extrem flexibles Versuchsluftversorgungssystem von AERZEN für die Energieforschung

Für den Forschungsneubau „Dynamik der Energiewandlung“ an der Leibniz Universität Hannover hat AERZEN ein Versuchsluftversorgungssystem realisiert, das in puncto Präzision, Dynamik, Komplexität und Größe seinesgleichen sucht und die energietechnische Forschung in Garbsen weltweit unter die Top 10 hebt.

Erneuerbare Energien sind die Zukunft. Was das Klima freut, stellt Kraftwerke vor besondere Herausforderungen. Denn Sonne und Wind sind nicht ständig verfügbar, sondern schwanken je nach Wetterlage, Tages- und Jahreszeit. Die Folge: Lastspitzen und Unterversorgungen. Für derartige Fluktuationen sind bestehende Stromerzeugungsanlagen jedoch nicht ausgelegt. Um auch in Zukunft Versorgungssicherheit und Systemstabilität sicherstellen zu können, müssen Kraftwerke dynamischer arbeiten und ein schnelles Anfahr- sowie effizientes Teillastverhalten gewährleisten.

Lösungen für die Energiewende

Doch wie verhalten sich Kraftwerkskomponenten bei wechselnden Lasten? Mit

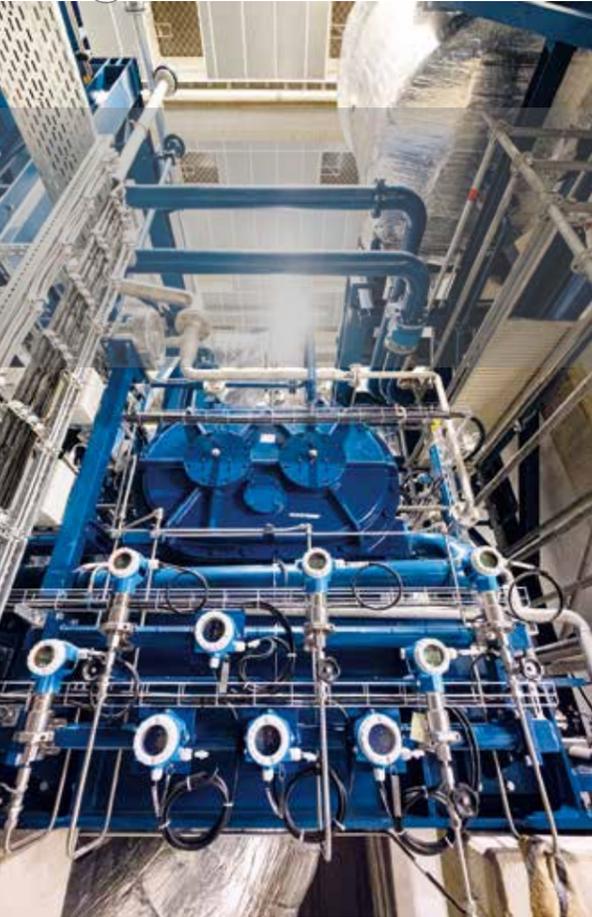
Fragen wie dieser beschäftigt sich das Institut für Turbomaschinen und Fluid-Dynamik (TFD) an der Leibniz Universität Hannover (LUH). Seit September 2019 steht den Wissenschaftlern dafür einer der weltweit modernsten Standorte zur Verfügung: Der Forschungsneubau „Dynamik der Energiewandlung“ (DEW) des gleichnamigen Forschungsverbunds beheimatet auf circa 2.000 m² eine Reihe von Prüfständen für Experimente an Turbomaschinen und Kraftwerkskomponenten wie Motoren, Generatoren, Turbinen, Diffusoren sowie Kompressoren und ermöglicht Versuche bis zu 6 MW. Damit schließt die Einrichtung die Lücke zwischen typischen universitären Laborversuchen, die in der Regel über eine Leistung von lediglich einigen hundert Kilowatt

verfügen, und der Erprobung industrieller Prototypen mit vielen hundert Megawatt. Das Gesamtinvestitionsvolumen für den Campus Maschinenbau betrug 175 Millionen Euro.

Energetechnische Forschung auf einem neuen Level

Herzstück des Gebäudes auf dem neu eröffneten Campus Maschinenbau in Garbsen ist die große Verdichterstation der Aerzener Maschinenfabrik GmbH. Die Anlage versorgt die einzelnen Prüfstände mit Druckluft und wird höchsten Anforderungen an Regelbarkeit, Messgenauigkeit, Strömungsqualität, Wiederholbarkeit sowie Konstanz gerecht. „Für die Erforschung der komplexen Strömungsphänomene in Hochleistungsturbomaschinen bedarf es Technologien, die Eintritts- und Austrittsbedingungen sowie Massenströme präzise bereitstellen und wiederholen können. Nur so lassen sich Strömungsgeschwindigkeiten und Stufendruckverhältnisse, wie sie in modernen Turbomaschinen zu finden sind, möglichst realitätsgetreu erzielen.“





Einer der zwei parallel geschalteten Schraubenverdichter VRa 736 S



Blick in die Instrumentenluftversorgung



Die AERZEN Anlage stellt die Druckluft für die Prüfstände (hier Luftturbine) im Forschungsneubau „Dynamik der Energiewandlung“ der Universität Hannover bereit, auf denen die komplexen Strömungsphänomene in Hochleistungsturbomaschinen erforscht werden.

Automation, AERZEN After Sales Service und der AERZEN Entwicklungsgruppe.

Maximum an Präzision und Flexibilität

Das Versuchsluftversorgungssystem (Gesamtmaße: 82 x 15 x 9 m) umfasst eine Kompressorstation mit einer mehrstufigen Verdichtung, einen kaskadierten Bypass zur Feinregelung des Massenstroms, eine zentrale Massenstrommessstrecke, ein Luftverteilsystem zu und von den Prüfständen inklusive Rohrleitungen, Ventilen, Schalldämpfern, Kühlern, Beruhigungskammern und unterstützender Stahlbaukonstruktion sowie eine ausgeklügelte Steuerung zur Auswahl verschiedener Betriebsarten, -typen, -konfigurationen und Prüfstandseintrittsbedingungen.

Die Prüfstände arbeiten mit Expansionsverhältnissen zwischen 1 und 6. Der Eintrittsdruck reicht dabei von 1 bis 8 bar (abs) bei einem maximalen Massenstrom von 25 kg/s (90.000 kg/h). Unter allen Bedingungen können die Eintrittstemperaturen zwischen 60 und 200°C geregelt werden. Die Anlage lässt sich sowohl im offenen als auch geschlossenen Regelkreis betreiben, ist für den stationären sowie transienten ($\pm 30\%$ des maximalen Volumenstroms pro Minute) Betrieb ausgelegt und kann entweder druck- oder massenstromgesteuert agieren. Volumenstrom, Temperatur und Druck sind frei definierbar und lassen sich unabhängig voneinander regulieren. Neben der gewünschten Flexibilität und Dynamik trieben insbesondere die extremen Genauigkeitsanforderungen die AERZEN Ingenieure zu technischen Höchstleistungen an. So beträgt die Abweichung des Volumenstroms gerade einmal $0,015 \text{ m}^3/\text{s}$ – und das bei einem effektiven Maximalwert von bis zu $80.000 \text{ m}^3/\text{s}$. Der mittlere statische Druck ist bis auf 0,5 Millibar genau einstellbar und die mittlere statische Temperatur schwankt maximal um 0,3 K, um nur einige Beispiele zu nennen.

Aus 1 mach 5

Auch die zentrale Massenstrommessung sucht mit einer Gesamtunsicherheit von lediglich 0,55 Prozent ihresgleichen. „Die Regelanforderungen waren höher als die Ungenauigkeiten normaler Messtechnik“, betont Jens-Olaf Wittenberg, Projektmanager Supply Process Gas bei AERZEN. Über einen Diffusor wird die Versuchsluft aus der Zuleitung in DN 700 auf fünf parallele Ultraschallgaszähler (4 x DN 500 und 1 x DN 200) verteilt. Die Anzahl der

aktiven Leitungen hängt von der Durchflussmenge ab und wird automatisch von der Steuerung geregelt, sodass alle Gaszähler mit geringster Messunsicherheit betrieben werden. Um eine gleichmäßige Verteilung der Strömung auf die einzelnen Messstrecken sowie gleichmäßige Geschwindigkeitsprofile an den Gaszählern zu erreichen, wurden den einzelnen Gaszählern Strömungsgleichrichter vorgeschaltet und der Diffusor einschließlich der vorgelegten Rohrbögen strömungssimuliert. Zusätzlich sind Wirbelgeneratoren am Diffusoreintritt sowie spezielle Komponenten zur Reduzierung der Austrittsfläche angebracht. Notwendig wurde die Aufspaltung der Massenstrommessstrecke aufgrund der Größe des Projekts. „Es gab schlicht keinen transportfähigen Gaszähler in DN 700 für die vom TFD gewünschte In-situ-Kalibrierung“, so Jens-Olaf Wittenberg.

Mehrstufige Verdichtung

Die thermodynamische Aufbereitung der Versuchsluft erfolgt in der Kompressorstation (Gesamtgröße: 27 x 15 x 9 m). Diese verwendet als erste Stufe zwei parallel geschaltete Roots-Gebläse vom Typ GM 20.20 mit jeweils einem Eintrittsvolumenstrom zwischen 9.600 bis 48.600 m^3/h und einer maximalen Druckdifferenz von 0,8 bar (Eintrittsdrücke zwischen 0,2 und 3,5 bar, max. Austrittsdruck: 4,3 bar). Als zweite Stufe sind zwei parallel geschaltete Schraubenverdichter vom Typ VRa 736 S mit einem Eintrittsvolumenstrom zwischen 6.900 und 21.600 m^3/h und einer maximalen Druckdifferenz von 10 bar (Eintrittsdrücke zwischen 0,2 und 3,5 bar, max. Austrittsdruck: 9 bar) installiert. Alle vier Maschinen werden von separaten Elektromotoren (690 V) mit Drehzahlregelung angetrieben und können mit variablen Geschwindigkeiten im Einzel- oder Tandembetrieb betrieben werden. „Durch den modularen Aufbau ist die Verdichterstation extrem flexibel und hat einen außerordentlich großen Regelbereich“, macht Dr. Hans-Ulrich Fleige deutlich und erklärt: „Niedrige Drücke werden von den Drehkolbengebläsen übernommen, für mittlere Drücke gehen die Schraubenverdichter an den Start, und hohe Drücke lassen sich mit einem zweistufigen Betrieb von Gebläse und Schraubenkompressor erreichen.“

Ein besonderes Augenmerk hat AERZEN auf den Schallschutz gelegt. Alle vier Verdichter verfügen über zwei reaktive Schalldämpfer, die Drehkolbengebläse

sind zusätzlich mit zwei Lambda-Viertel-Resonatoren ausgestattet. So werden auftretende Pulsationen und deren Auswirkungen weitgehend reduziert. „Aus dem großen Regelbereich resultiert ein enorm breites Frequenzspektrum. Dieses schalltechnisch in den Griff zu bekommen, war schon eine kleine Herausforderung“, gesteht Dr. Hans-Ulrich Fleige. Um auch die umliegenden Forschungsgebäude zu schützen, in denen unter anderem hochempfindliche Beschleunigungs- und Schwingungsuntersuchungen durchgeführt werden, wurde das Maschinenfundament von dem des Kompressorraums vollkommen entkoppelt.

Perfektion bis ins kleinste Detail

Eine Besonderheit der Anlage ist, dass sie vollständig in ein bestehendes Gebäude integriert wurde. Die Herausforderung bestand darin, mit dem knappen Platzangebot und der bereits feststehenden Statik des Gebäudes umzugehen. So wurden unter anderem rund 190 Tonnen Stahl verbaut, um die entstehenden Kräfte ableiten zu können. Zudem wurden so gut wie alle Komponenten und Bauteile der Anlage speziell entworfen und angefertigt – angefangen von der Massenstrommessstrecke über den Diffusor bis hin zu den Beruhigungskammern vor einzelnen Prüfzellen. Auch die Rohrleitungen – insgesamt gut 500 m (von DN 200 bis DN 1.000) – sowie die meisten Rohrbögen sind alles andere als Standard. Aufwendige Strömungssimulationen sowie ein verbesserter Korrosionsschutz dank Verzinkung sind nur einige Punkte, die hier den Unterschied machen.

Weiterer Schritt in Richtung Anwendungsorientierung

Der zweijährigen Aufbauphase ist eine mehrjährige Planungsphase der Ingenieure aus AERZEN und Hannover vorausgegangen. Aufgrund der hohen Vorgaben in puncto Stabilität und Reproduzierbarkeit der Versuchsluft wurde zur Erprobung und Vorabtestung der Mess- und Regelungstechnik ein voll funktionsfähiges skaliertes Funktionsmodell mit einer Leistung von 300 kW gebaut. „Wir verfügen über sehr viele Jahre Erfahrung im Bereich Prozessgastechnik, aber dieses Projekt war etwas Besonderes – und zwar nicht nur aufgrund seiner Größe und Komplexität“, so Jens-Olaf Wittenberg. „Erstmals konnten wir unsere Anlagenbaukompetenz im Bereich der Sondermaschinen unter Beweis stellen, und das gleich bei einem Vorhaben dieser Größenordnung. Immerhin handelt es sich mit einem Volumen von 18 Millionen Euro um den größten Inlandsauftrag unserer Unternehmensgeschichte.“ Den First Run startete Niedersachsens Ministerpräsident Stephan Weil bei der Campus-Einweihung im September 2019, die finale Inbetriebnahme folgt im Jahr 2020.

erklärt Dr. Hans-Ulrich Fleige, Head of R&D bei AERZEN, und ergänzt: „Mit unserem Versuchsluftversorgungssystem können die Prüfstände dynamisch mit nahezu frei wählbaren Lastrampen betrieben und Untersuchungen unter hohen Lastgradienten über weite Betriebsbereiche durchgeführt werden. Zur Erzeugung aerodynamischer Ähnlichkeit zwischen Realität und Modellversuch sind sowohl Mach- als auch Reynolds-Zahl einstellbar – und zwar unabhängig voneinander. Der tatsächliche Betrieb bestehender und zukünftiger Turbomaschinen lässt sich so optimal abbilden.“ Dank der neuen Möglichkeiten gehören das TFD sowie die energietechnische Forschung an der Leibniz Universität zu den Top 10 der weltweit führenden Forschungszentren in diesem Bereich.

Erfolgreiche Premiere: Gebläsespezialist als Anlagenbauer

Seit mehr als 150 Jahren steht der Name AERZEN für innovative, effiziente und exakt auf den jeweiligen Prozess zugeschnittene Kompressorstechnologie. Für Garben lieferten die Anwendungsspezialisten nicht nur die Gebläse- und Kompressoren-Aggregate, sondern traten erstmals als Anlagenbauer in Erscheinung und waren für Auslegung, Planung, Fertigung, Montage und Inbetriebnahme der Gesamtanlage inklusive der Mess- und Regeltechnik verantwortlich. Federführend war dabei der Geschäftsbereich Sondermaschinenbau (Prozessgase), der in enger Zusammenarbeit mit der LUH und dem TFD die Entwicklung und den Bau betreute. Unterstützt wurden sie dabei von einer Vielzahl externer wie interner Partner, unter anderem Emmerthaler Apparatebau, Kratzer

Jens-Olaf Wittenberg,
Projektmanager Supply Process Gas
AERZEN

Wir verfügen über sehr viele Jahre Erfahrung im Bereich Prozessgastechnik, aber dieses Projekt war etwas Besonderes.



Dr. Hans-Ulrich Fleige,
Head of R&D AERZEN

Der tatsächliche Betrieb bestehender und zukünftiger Turbomaschinen lässt sich optimal abbilden.



Wechsel von Klaus-Hasso Heller in den Aufsichtsrat

AERZEN Management richtet sich für die Zukunft aus

Bei der Aerzener Maschinenfabrik GmbH vollzieht sich ein Wechsel im Management. Der geschäftsführende Gesellschafter Klaus-Hasso Heller übernimmt im Mai 2020 den Vorsitz des AERZEN Aufsichtsrats. Die Nachfolge von Klaus-Hasso Heller als kaufmännischer Geschäftsführer der Aerzener Maschinenfabrik GmbH tritt Dr. Carsten Bruns an.



Mit dem Wechsel des geschäftsführenden Gesellschafters Klaus-Hasso Heller (3.v.l.) in den AERZEN Aufsichtsrat bilden (v.l.) Björn Irtel, Klaus Peter Glöckner und Dr. Carsten Bruns die Geschäftsführung der Aerzener Maschinenfabrik GmbH.

Klaus-Hasso Heller hatte im Jahr 2000 die Leitung des Unternehmens mit damals rund 110 Millionen Euro Umsatz von seinem Vater Hasso Heller übernommen. Unter der Verantwortung von Klaus-Hasso Heller sind daraus über 50 Tochtergesellschaften weltweit (13 im Jahr 2000) und 450 Millionen Euro Umsatz geworden. Die Zahl der Mitarbeiter in der Gruppe stieg in den 20 Jahren von 1.225 auf rund 2.500 heute. „AERZEN steht auf sehr soliden Füßen, weil wir mit allen Führungskräften und Mitarbeitern eine tolle Leistung erbracht haben“, blickt der Diplom-Wirtschaftsingenieur auf seine Jahre als geschäftsführender Gesellschafter zurück. „Ich habe die Entscheidung getroffen, mich als Vorsitzender des Aufsichtsrates voll auf das Thema strategische Unternehmensentwicklung und Zukunftsausrichtung zu

konzentrieren und damit die nächsten Jahre unseres Familienunternehmens inhaltlich zu gestalten“, erläutert er den bevorstehenden Wechsel. Zielsetzung der Gesellschafter sei es, das Unternehmen weiterhin als Familienunternehmen zu erhalten.

Zu dem Trio, das zukünftig für die Leitung der Aerzener Maschinenfabrik GmbH verantwortlich ist, gehören mit Klaus Peter Glöckner (Geschäftsführer Vertrieb und zukünftiger Vorsitzender der Geschäftsführung) und Björn Irtel (Geschäftsführer Operations) zwei langjährige und erfahrene Führungskräfte des Unternehmens. Der neue kaufmännische Geschäftsführer Dr. Carsten Bruns ist für die Ressorts Finanzen, IT, Personal, Compliance und Recht zuständig. Für diese Bereiche war der Diplom-Kaufmann auch in den vergangenen 13 Jahren als Vorstand des familienge-

fürten Diagnostikkonzerns R-Biopharm AG zuständig. Weitere berufliche Stationen von Dr. Carsten Bruns waren die RWE AG, das Familienunternehmen CLAAS KGaA mbH und die Deutschen Telekom AG. An diesen Stationen war 49-Jährige ebenfalls jeweils im kaufmännischen Bereich tätig, wobei ein Schwerpunkt seiner Tätigkeit auf dem Gebiet M & A (Mergers & Acquisitions) lag.

Klaus Peter Glöckner verantwortet zukünftig die Bereiche Vertrieb, Marketing und After-Sales, Björn Irtel leitet als Geschäftsführer Operations weiterhin die Fachbereiche Produktion, Technology, Qualitätswesen, Einkauf und die Prozessgas-Division.

„Ich freue mich über diese Konstellation, denn damit haben wir ein äußerst schlagkräftiges Team, das sich sehr gut ergänzen wird“, sagt Klaus-Hasso Heller über die neue Leitung der Aerzener Maschinenfabrik. ○

Aerzen Digital Systems: Dienstleister für datenbasierte Services

AERZEN erweitert sein Serviceportfolio um ein digitales Angebot: Die Aerzen Digital Systems GmbH entwickelt Lösungen im Bereich der Digitalisierung, die die AERZEN Standardgebläse und -kompressoren noch effizienter, zuverlässiger und langlebiger machen. Aus einer Plattform heraus wird der Kunde einen umfassenden Einblick in die Zustände seiner Maschinen erhalten. Je nach gebuchtem Dienst soll – auf Basis entsprechender Analysen – beispielsweise auch eine vorsorgliche Wartung ermöglicht werden. Solche datenbasierten Services werden von Aerzen Digital Systems kostengünstig und risikooptimiert konzipiert und umgesetzt. Die Markteinführung der digitalen Services zum AERZEN Maschinenparkmanagement ist für Mai 2020 geplant.



Lutz Geerken (l.) und Ricardo Wehrbein sind Geschäftsführer Aerzen Digital Systems.

Neu im Produktmanagement

Thomas Kuhn ist seit dem 1. Februar 2020 AERZEN Produktmanager für den Bereich öleingespritzte Schraubenverdichter, Zubehör und Dienstleistungen. Sein neues Aufgabengebiet umfasst neben der Verantwortung für



Thomas Kuhn die VMX Verdichter die übergeordnete AERZEN Steuerung AERsmart, das Zubehör (unter anderem Luft-Luft- und Wasser-Luft-Nachkühler) und die Dienstleistung AERaudit.

AERZEN Deutschland erfolgreich gestartet

Volle Ausrichtung auf den deutschen Markt

Seit dem 1. Januar 2020 ist die AERZEN Deutschland GmbH & Co. KG für den gesamten Vertrieb und den AfterSales-Service in Deutschland verantwortlich. Die Geschäftsführung der neuen, rund 90 Mitarbeiter starken AERZEN Tochtergesellschaft haben Dirk Koob, Chief Executive Officer, und Sascha Adam, Chief Financial Officer, übernommen.

Die Gründung von AERZEN Deutschland ist die logische Konsequenz der globalen AERZEN Strategie: Während die Aerzener Maschinenfabrik der zentrale Produktionsstandort ist, kümmern sich die rund 50 Tochtergesellschaften weltweit um den Vertrieb in ihrem jeweiligen Markt. Diese Konstellation gilt nun auch für Deutschland, den größten Absatzmarkt der AERZEN Gruppe. Die Zuständigkeiten für die Fertigung und den Vertrieb in Deutschland wurden voneinander getrennt. „Wir sind damit klar verant-

wortlich für Kosten und Ergebnisse aus unserer Tätigkeit. Die Kunden werden von noch schnelleren Entscheidungen und flexibleren Reaktionen profitieren, weil wir uns voll auf den deutschen Markt konzentrieren können“, betont Sascha Adam.

AERZEN Deutschland ist für den Vertrieb des kompletten Produktportfolios der AERZEN Gruppe in Deutschland zuständig. Neben dem Hauptsitz in Aerzen verfügt das Unternehmen über sechs Vertriebsbüros (siehe Karte), die in ihren Regionen Rundum-sorglos-Pakete für die Kunden

schnüren. „Wir liefern alles aus einer Hand, und jeder Kunde hat einen persönlichen Ansprechpartner im Vertrieb“, hebt Dirk Koob hervor.

Auch der After-Sales-Service gehört zu den Leistungen von AERZEN Deutschland. Circa 25 Servicetechniker kümmern sich um Wartung, Reparatur und Inbetriebnahme, 15 weitere Fachleute sind im Bereich Wartungsverträge und Ersatzteilgeschäft tätig. Fast alle Servicetechniker agieren als Stützpunktmonteur, haben ihren Sitz also vor Ort in den Regionen. Damit werden kürzere und kostengünsti-

gere Anfahrten sowie eine stärkere Kundenzufriedenheit erreicht werden. „Das Motto ‚one face to the customer‘ gilt auch im AfterSales-Service“, unterstreicht Dirk Koob und fasst zusammen: „Wir möchten den Kunden langfristig an uns binden. Unser Ziel ist es, kompetent zu beraten, ein projekt- und anfragekonformes Angebot zu erstellen, eine professionelle Auftragsabwicklung und einen leistungsstarken AfterSales-Service zu bieten sowie innovativ und kreativ die Markttrends unter Einbeziehung des Kunden an die Produktentwicklung in Aerzen weiterzugeben.“ ○

AERZEN Deutschland bietet landesweit kompetente Beratung und schnellen Service.

Vertriebsbüro Nord, Walsrode 05161 48128 0 vbnord@aerzen.com	Vertriebsbüro Ost Lutherstadt Wittenberg 03491 505578 0 vbost@aerzen.com
Vertriebsbüro West, Velbert 02051 9854 0 vbwest@aerzen.com	Vertriebsbüro Süd Elchingen 07308 9608 0 vbsued@aerzen.com
Vertriebsbüro Süd-West Saarlouis-Fraulautern 06831 76828 0 vbsuedwest@aerzen.com	
Vertriebsbüro Mitte, Kahl 06188 9104 0 vbmitte@aerzen.com	

AERZEN Deutschland, Aerzen
05154 814000
deutschland@aerzen.com

● Servicestützpunkte



Sascha Adam,
Chief Financial Officer
AERZEN Deutschland
Persönlicher Kontakt,
präzise Beratung und
kurze Reaktionszeiten
gehören zu unserem
Verständnis von Performance.

Dirk Koob,
Chief Executive Officer
AERZEN Deutschland
Wir bieten alles aus
einer Hand durch die
enge Verzahnung von
Vertrieb und Service.





Schraubenkompressoren von AERZEN verdichten das Biomethan für die Einspeisung ins örtliche Gasnetz.



Christoph Bente, zuständig für Biogaseinspeiseanlagen bei der EWE NETZ: „Uns geht es bei diesem schlüsselfertigen Anlagenbau darum, dass die eingesetzte Technik mit wenig Störungen hochverfügbar arbeitet.“

Schraubenverdichter von AERZEN speisen Biomethan ins Gasnetz ein

Versorgungssicherheit zählt

Während kleinere Kraftwerke, Solarfarmen oder Windparks vergleichsweise einfach heruntergefahren oder komplett vom Netz genommen werden, gestaltet sich dieses bei Biogasanlagen deutlich schwieriger. Biologische Prozesse lassen sich nicht einfach stoppen, weshalb bei der technischen Ausrüstung maximale Ausfallsicherheit und Redundanz gefragt sind.

Biogas zu Biomethan aufbereiten und ins Erdgasnetz einspeisen: Dieser Weg stellt eine effektive Möglichkeit dar, die regenerativ erzeugten Energieträger speichern zu können. Im Gegensatz zur direkten Verstromung von Biogas vor Ort im Blockheizkraftwerk, ist vor der Einspeisung ins Erdgasnetz erzeugerseitig allerdings die Aufbereitung zu Biomethan notwendig. Für die Einspeisung mit speziellen Anlagen ist wiederum der örtliche Erdgasnetzbetreiber zuständig. Ein funktionaler Bereich ist hier die Vorverdichtung, für die die EWE NETZ GmbH Schraubenverdichter von AERZEN einsetzt. Dieser Prozess ist untergliedert in zwei Druckstufen. In der ersten Druckstufe kommen Aggregate von AERZEN zum Einsatz, für den Hochdruckbereich Kolbenverdichter der Firma Neumann und Esser.

Gasqualität sicherstellen

Mit einem Übergabedruck von circa 100 Millibar erreichen bis zu 700 Normkubikmeter Biomethan einer Biogasaufbereitungsan-

lage im Landkreis Cloppenburg pro Stunde die Einspeiseanlage von EWE NETZ GmbH. Das Unternehmen hat die Verantwortung für die übergebenen Biomethanqualitäten, die notwendige Druckanpassung sowie die Einstellung des Brennwertes für eine sichere Einspeisung von Biomethan ins Erdgasnetz. Einzuhalten sind dabei unter anderem die Richtlinien des DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches). Festgelegt sind in Regelwerken unter anderem der übergebene Methangehalt, die Grenzwerte für Kohlendioxid und Schwefelwasserstoff sowie der Wassertaupunkt. Bleibt das übergebene Biomethan innerhalb der Grenzwerte, wird mittels Schraubenverdichter von AERZEN der Druck von etwa 100 Millibar auf fünf bar erhöht. Das Ortsnetz selbst wird mit einem Druck von 0,8 bis 0,9 bar betrieben und versorgt die angeschlossenen Betriebe und Haushalte mit Erdgas beziehungsweise eingespeistem Biomethan. Christoph Bente, zuständig für Biogaseinspeiseanlagen bei der EWE NETZ: „Der Gesetzgeber legt fest, dass wir bei der Ein-

speisung von Biomethan ins Erdgasnetz eine technische Verfügbarkeit der Einspeiseanlage von mindestens 96 Prozent erreichen müssen.“ Aus diesem Grund hält EWE NETZ GmbH einen Redundanzbetrieb von zwei baugleichen VMX 110 Aggregaten aus dem Hause AERZEN vor. Diese liefern jeweils eine Förderleistung von 700 Normkubikmetern pro Stunde. „Geht eine Maschine in Störung, springt automatisch die zweite Maschine ein.“

Abgenommene Systemlösung

Verdichtung von Biomethan, Biogas sowie anderen Kohlenwasserstoff-Mischgasen: Genau dafür sind die ölgeschmierten, direktangetriebenen VMX-Schraubenverdichter-Aggregate konzipiert. Die Reihe deckt in fünf Baugrößen im Dauerbetrieb Volumenströme bis 2.500 Normkubikmeter pro Stunde ab und liefert einen Überdruck bis 16 bar. Für den Einsatz im Umfeld von Biogasanlagen sind die Aggregate entsprechend der ATEX-Richtlinie 2014/34/EU sowie der Maschinenrichtlinie zertifiziert. Die VMX-Reihe erfüllt die neuesten Sicherheitsnormen der EN 1012-3 sowie das Regelwerk des DVGW für den Einsatz in Deutschland.

Eingebaut sind die Schraubenverdichter in der Einspeiseanlage im Landkreis Cloppenburg in einem kompakten Betongebäude, das direkt neben der Biogasaufbereitung der Biogasanlagen platziert ist.

Konzipiert ist die Einheit als anschlussfertiges System, das sich entsprechend schnell in Betrieb nehmen lässt.

Bei der Einspeisung des Biomethans in das Erdgasnetz ist zu beachten, in welches Netz eingespeist wird. Das örtliche Verteilnetz arbeitet mit maximal 1 bar, das Hochdrucknetz mit bis zu 70 bar. Solange Aufnahmekapazitäten innerhalb des örtlichen Verteilnetzes gegeben sind, speisen die AERZEN Schraubenverdichter ein. Kommt es zu einem Aufnahmeengpass, springt automatisch die Einspeisung ins Hochdrucknetz ein. Dann übernehmen Kolbenverdichter von Neumann und Esser die Arbeit. Die Schraubenverdichter von AERZEN bleiben in Betrieb und erzeugen den Vordruck für die Hochdruckverdichter. Dieser Aufbau führt dazu, dass die Kolbenverdichter aus energetischen Gründen nur dann zum Einsatz kommen, wenn das Ortsnetz nichts mehr aufnimmt und 70 bar Einspeisedruck notwendig sind.

Fazit

Mit der Einspeisung von Biomethan in das vorhandene Erdgasnetz verbessern sich die Speichermöglichkeiten von Biogas sowie die Nutzung der erzeugten Energie unabhängig vom Standort der Biogasanlage. Zudem ist eine zeitliche Entkopplung von Erzeugung und Nutzung möglich. Die Infrastruktur des Erdgasnetzes mit den zugehörigen Kavernen gilt in Deutschland mit einer Gesamtlänge von 530.000 Kilometern als gut ausgebaut. Komplett Systemlösungen bei der Verdichtung und Einspeisung des Gases machen es den Netzbetreibern einfacher, neue Standorte zu erschließen. ○

Die Einspeiseanlage ist direkt neben der Gasaufbereitung mobil und platzsparend in einem Betoncontainer installiert.



Jedes Aggregat liefert eine Fördermenge von 700 Normkubikmetern in der Stunde – und ist für diesen Einsatz nach ATEX zertifiziert.



AERZEN lieferte für EWE eine einbaufertige Komplettlösung inklusive Verrohrung und Anbindung an die Steuerungsebene.



Zertifikat für effektives Risikomanagement

Food Safety: AERZEN hat die ISO 22000

Das Managementsystem für Lebensmittelsicherheit ISO 22000 vereinheitlicht die Normenlandschaft auf internationaler Ebene. AERZEN zählt in der Druckluftbranche global zu den ersten Unternehmen, die die ISO 22000 erfüllen – und unterstreicht damit den Stellenwert der Produktsicherheit vor allem in der Lebensmittelbranche. Das Zertifikat ist gültig für alle Gebläse und Verdichter, die AERZEN am Stammsitz in Niedersachsen baut.

Prozessluftlösungen von AERZEN sind auf vielfältige Weise in der Lebensmittel- und Futtermittelindustrie im Einsatz. Das Vertrauen von Anlagenbauern und produzierenden Endkunden ist entsprechend groß. Mit der Zertifizierung nach ISO 22000 hebt der Technologieführer bei zahlreichen lebensmittelnahen Anwendungen, wie zum Beispiel bei der pneumatischen Förderung von Pulvern und Granulaten oder der Auflockerung von Schüttgütern, die Prozesssicherheit auf eine neue Stufe.

Gerade in der Lebensmittelindustrie ist es entscheidend, sich auf Prozessluft

verlassen zu können, die wirklich frei ist von Verunreinigungen wie Öl, Abrieb oder Dämmmaterial. Aus gutem Grund hat AERZEN beispielsweise Schalldämpfer ohne Absorptionsmaterial entwickelt und rüstet diese mit Blick auf den Explosionsschutz auch noch mit einem speziellen Funkenfänger aus.

Strukturiertes Erkennen von Gefahrpotenzialen

Mit dem einheitlichen Handlungsrahmen lassen sich Risiken im direkten und indirekten Umfeld der Herstellungskette von Lebensmitteln sicher identifizieren. Das



AERZEN Produkte kommen häufig in der Lebensmittel- und Futtermittelindustrie zum Einsatz.

strukturierte Erkennen von Gefahrpotenzialen bildet dann die Grundlage für ein effektives Risikomanagement. Wie bereits in anderen Managementnormen erfolgreich praktiziert, stellt auch bei der ISO 22000 der kontinuierliche Verbesserungsprozess (KVP) ein wesentliches Werkzeug für nachhaltige Verbesserungen der Prozesse dar.

Für AERZEN stellt die Zertifizierung nach ISO 22000 in diesem Kontext einen weiteren internationalen Baustein bei der Produktsicherheit dar.

Komplettlösungen zur Miete – zum Beispiel für die Abwasserbehandlung

Aerzen Rental trägt zur Produktionssicherheit bei

Aerzen Rental bietet Komplettlösungen für die kurz- und mittelfristige Vermietung von AERZEN Maschinen zur ölfreien Verdichtung von Luft und neutralen Gasen an. Davon profitieren Kunden, wenn es einmal schnell gehen muss.

Aerzen Rental ist in der Lage, rund um die Uhr technologische, logistische und personelle Ressourcen zu mobilisieren, um die Produktionskontinuität der Kunden zu gewährleisten. Davon profitierte jetzt der Kunde eines Wasseraufbereitungsunternehmens, das schon zuvor mit Aerzen Rental zusammengearbeitet hatte.

Ein Lebensmittelproduzent hatte das renommierte Wasseraufbereitungsunternehmen eingeschaltet, um das Abwasser aus der Herstellung von Fruchtsäften zu behandeln und aufzubereiten. Der Bau der dazu nötigen Kläranlage hatte sich verzögert – aber die Produktion der Säfte um

vier Monate zu verschieben, hätte für die Lebensmittelfirma Verluste von 200.000 Euro pro Woche bedeutet.

Temporäre Behandlung im Schlammagerbecken

Aerzen Rental installierte im Auftrag des Abwasserunternehmens eine temporäre Behandlung in einem Schlammagerbecken. Denn neben Gebläsen bietet die AERZEN Tochtergesellschaft auch feinblasige Belüftungsplatten zum Verleih an, mit denen sich

jedes Becken in eine aerobe Behandlungseinheit umrüsten lässt. In diesem Fall lieferte Aerzen Rental ein AERZEN Gebläse mit einem Volumenstrom von 1.500 m³/h und drei feinblasige Diffusorplatten.

Nachdem die temporäre Abwasseraufbereitung in Betrieb war, konnte sich der Kunde wieder auf sein eigentliches Geschäft konzentrieren. Dazu leistete Aerzen Rental dank schneller Verfügbarkeit, Termintreue und maßgeschneiderter Ausrüstungen einen entscheidenden Beitrag.

Bubble-Test der Belüfterplatten in dem sich füllenden Becken



Vertragsunterzeichnung bei Royal Haskoning

Schon im September 2019 hat AERZEN bei seinem neuen Partner Royal Haskoning den Vertrag als „International preferred supplier“ unterzeichnet. Mit diesem „Prädikat“ bietet sich die Möglichkeit, mit einem der weltweit renommiertesten Ingenieurbüros bereits in der Consultingphase in Belüftungsprojekte für die Abwasseraufbereitung einzusteigen. Royal Haskoning bietet seinen Kunden zudem eine patentierte und sehr erfolgreiche Aufbereitungstechnologie namens Nereda. Bei diesem Verfahren wird mithilfe eines speziellen Biogranulats eine achtfache Aufnahmekapazität der Bioorganismen gewährleistet. Dadurch lassen sich Kläranlagen sehr platzsparend konzipieren, Vor- und Nachklärbecken entfallen mit dieser Technik vollständig. Mit diesem Verfahren können Investitionskosten von bis zu 40 Prozent eingespart werden. Auch die Betriebskosten in Verbindung mit der AERZEN Verdichtertechnologie und einem modernen Belüftungssystem können um 50 Prozent gesenkt werden.



Partnerschaft besiegelt (v.l.): Siert Wiersema (AERZEN Nederland), René Noppeney (Royal Haskoning), Markus Leidinger (AERZEN), Klaus-Peter Glöckner (AERZEN), Rudger Perdon (Royal Haskoning)

Fragen, Anregungen, Meinungen?

Wenn Sie weitere Informationen zu AERZEN Produkten und Dienstleistungen benötigen, Fragen oder Kommentare haben, beziehungsweise Anregungen für unsere Kundenzeitung einbringen wollen, freuen wir uns auf den Dialog mit Ihnen. Besuchen Sie uns im Internet unter:

www.aerzen.com/news

Von links: Das an den Generator und den Kollektor angeschlossene AERZEN Gebläse, das Rohrsystem vom Kollektor zu den Platten im Becken und der Anschluss der Schläuche zu den Platten im Becken vor Einfüllung des Wassers



Aerzen Rental bietet zahlreiche Lösungen für den kurz- und mittelfristigen Verleih an.





Die AERZEN-Verbundsteuerung AERsmart verteilt die geforderten Volumenströme so auf den Maschinenpark, dass Schwach-, Mittel- und Starklasten möglichst effizient abgearbeitet werden.



In der Kläranlage Oberschleißheim sorgt ein AERZEN Performance³-Technologiemix, bestehend aus einem Turbo, einem Delta Blower und einem Hybrid, für die effiziente Druckluftversorgung in den Belebungsbecken.



Kläranlage Oberschleißheim: Im Rahmen der Energieoptimierungsmaßnahmen wurden zwei der vier Belebungsbecken außer Betrieb genommen.

Performance³-Technologiemix von AERZEN für höchste Energieeffizienz im Belebungsbecken

Klare Sache: Effizienz, die belebt

Seit mehr als 150 Jahren entwickelt AERZEN Hochleistungsmaschinen für die Industrie und hat sich als Vorreiter innovativer Lösungen einen Namen gemacht. Speziell für die Wasser- und Abwasseraufbereitung hat der Gebläsespezialist das Effizienzkonzept Performance³ entwickelt. Wie das in der Praxis funktioniert, stellt das Beispiel der Kläranlage Oberschleißheim eindrucksvoll unter Beweis.

Die biologische Reinigung ist das Herzstück jeder Kläranlage, denn hier erfolgt die Hauptarbeit. Daher ist sie auch der größte Energiefresser: 60 bis 70 Prozent des gesamten Energiebedarfs einer Abwasseraufbereitungsanlage entfallen auf das biologische Belebungsverfahren. Wo, wenn nicht hier, lassen sich also am besten Einsparungen beim Stromverbrauch vornehmen und Kosten senken. Das freut nicht nur das Portemonnaie, sondern auch die Umwelt. So dachten auch die Betreiber der Kläranlage Oberschleißheim nördlich von München und haben ihre Stromzähler auf Diät gesetzt – und zwar mit einem Performance³-Technologiemix von AERZEN inklusive der Verbundsteuerung AERsmart, und das in Kombination mit einem neuen Belüftungskonzept eines anderen Herstellers.

Auf und Ab ohne Wenn und Aber

Je nach Tages- und Jahreszeit sowie Niederschlagsmenge wechseln Abwasserauf-

kommen und Verschmutzungsgrade. Die Folge: Der Luftbedarf in den Belebungsbecken variiert ständig. Wird dieser nicht optimal gesteuert, schlägt sich das in extremen Energieverbräuchen und unnötiger Ressourcenverschwendung nieder. In der exakten Bedienung der Lastwechsel liegt somit der Schlüssel für maximale Effizienz. AERZEN hat mit Performance³ die wohl effizienteste, leistungsstärkste und flexibelste Gebläselösung für die Sauerstoffversorgung entwickelt: die maßgeschneiderte Maschinenkonfiguration auf Basis hochentwickelter Technologien. Das Ziel: Grundlasten energiesparend bedienen und Versorgungsspitzen punktgenau abfangen.

Ob Drehkolbengebläse, Drehkolbenverdichter oder Turbogebälse – jede Technologie hat Stärken, gleichzeitig aber auch physikalische Grenzen. Die hohe Kunst ist die passgenaue Auslegung der Aggregate auf den tatsächlichen Bedarf. Eine genaue Analyse der auftretenden Lastgänge sowie die Erstellung einer Tagesganglinie ist dafür das A und O. „Dabei stellte sich heraus, dass unsere Anlage zwar eine Ausbaugröße von 30.000 Einwohnergleichwerten (EGW) hat, die aktuelle Auslastung aber bei nur 15.000 EGW liegt“, erzählt Anton Mayer, Leiter der Kläranlage Oberschleißheim. „Weiteres Ergebnis der Analyse: Unser Abwasseraufkommen weist hohe Schwankungen im Tagesverlauf auf und ist geprägt von niedrigen Volumina mit verhältnismäßig hohen Konzentrationen an Frachten.“

Der Mix macht's

Bereits seit 1994 sind in der 1960 erbauten Kläranlage (Abwasseranfall ca. 650.000 m³ pro Jahr) AERZEN Aggregate im Einsatz, zuletzt zwei Drehkolbengebläse vom Typ Delta Blower (1x GM 15L, 1x GM 50L). Anton Mayer: „Mit AERZEN waren wir immer sehr zufrieden. Die Gebläse sind ohne Probleme gelaufen und haben mit geringstem Wartungsaufwand zuverlässig ihre Leistung erbracht. Auch die Ersatzteilbeschaffung und die Zusammenarbeit mit dem Kundendienst haben immer hervorragend geklappt.“ Seit Anfang des Jahres sorgt nun ein AERZEN Performance³-Technologiemix – bestehend aus einem Drehkolbengebläse Delta Blower GM 15L (max. 1.038 m³/h, 700 mbar Druckdifferenz), einem Drehkol-

benverdichter Delta Hybrid D 365 (max. 2.150 m³/h, 700 mbar Druckdifferenz) sowie einem Turbogebälse AT 50 G5plus (max. 1.900 m³/h, 700 mbar Druckdifferenz) – für die Sauerstoffversorgung in den Belebungsbecken.

„Der Turbo ist das kompakteste und gleichzeitig effizienteste Gerät“, erklärt Markus Leidinger, Abwassermanager bei AERZEN. „Allerdings ist der Regelbereich der luftgelagerten Maschinen auf 40 bis 100 Prozent begrenzt, und die Effizienz lässt im Teillastbetrieb nach.“ Bei Schwachlast arbeitet daher der Delta Blower. Er war bereits vor der Umrüstung da und deckt die geringen Volumina in der Nacht optimal ab. Im gemeinsamen Betrieb werden so die Lastspitzen bedient. Dritter im Bunde ist der Delta Hybrid. Er hilft aus, wenn der Turbo ausgelastet ist. Die jüngste Aggregate-Generation von AERZEN vereint die Vorzüge von Gebläse- und Verdichtertechnologie in einem System und ist die mit Abstand effizienteste Maschine im großen Regelbereich von 25 bis 100 Prozent. Sollte der Turbo ausfallen, kann der Delta Hybrid gemeinsam mit dem Drehkolbengebläse den Betrieb bei voller Belastung aufrechterhalten.

Die AERZEN Gebläse sind öl- und absorptionsmittelfrei. Das garantiert 100-prozentige Zuverlässigkeit. „Druckschalldämpfer, die mit Absorptionsmaterial ausgekleidet sind, unterliegen einem natürlichen Verschleiß. Dieser wird unter anderem durch die heiße Luft und die hohe Strömungsgeschwindigkeit sowie die Vibrationen der Geräte verursacht“, so Leidinger. „Dadurch lösen sich Partikel, die die Rohrleitungen verengen und die fein gelochten Membranen der Belüfter verstopfen.“ Die reaktiven Schalldämpfer von AERZEN kommen dagegen ganz ohne Absorptionsmittel aus und halten somit über den gesamten Lebenszyklus den vorgeschriebenen Schalldruckpegel ein.

Intelligent gesteuert, effizient geklärt

Doch woher wissen die AERZEN-Gebläse eigentlich, wie hoch der Luftbedarf in den Belebungsbecken ist? Das Belüftungssystem und die Gebläsetechnik sind für das Anforderungsprofil der Kläranlage Oberschleißheim optimal aufeinander abgestimmt. Denn für maximale Energieeffizienz ist eine ganzheitliche Betrachtungsweise unerlässlich. „Außerdem ist AERZEN der einzige Hersteller, der wirklich alle Technologien – Blower, Hybrid und luftgelagerten Turbo – unter einem Dach vereint“, so der Leiter. Ein Regelungssystem der Kläranlage misst die Konzentrationen von Sauerstoff, Ammonium und Nitrat und bestimmt so den

Sauerstoff- und Luftbedarf. Die innovative Maschinensteuerung AERsmart von AERZEN verteilt dann die geforderten Volumenströme so auf den Maschinenpark, dass die Gebläse ganz nah am theoretisch höchsten Wirkungsgrad betrieben werden. Doch nicht nur das: Durch die kontinuierliche Aufzeichnung der Betriebsparameter sowie die Visualisierung in Echtzeit lässt sich ein Abdriften einzelner Werte frühzeitig erkennen. Der Anwender kann rechtzeitig reagieren, Prozessausfälle werden vermieden.

Miteinander reden, zuhören und verstehen

Die intensive Zusammenarbeit aller Akteure und die umfassenden Optimierungsmaßnahmen haben sich bezahlt gemacht – und zwar im wahrsten Sinne des Wortes. So konnte der Stromverbrauch für die biologische Reinigungsstufe von 495.600 kWh auf 191.720 kWh pro Jahr gesenkt werden. Das entspricht einer Einsparung von 60 Prozent, umgerechnet 60.800 Euro pro Jahr. „Mit einem derart guten Ergebnis hatten wir definitiv nicht gerechnet“, freut sich Anton Mayer. Durch die Umstellung auf die neuen Technologien konnte auch das Beckenvolumen verringert werden: Statt vier sind jetzt nur noch zwei Belebungsbecken in Betrieb.

„Das war auf jeden Fall der richtige Schritt für die Zukunft“, so der Kläranlagenleiter. „Wir haben jetzt zukunftsweisende Technik, die für die nächsten Jahre ein Optimum an Leistungen und Einsparungen erbringt.“ Das kommt auch der Abwasserqualität zugute: Früher wiesen die Ablaufwerte verhältnismäßig hohe Schwankungen auf, mit der neuen Regelungstechnik sind die Werte gleichmäßig und in einem sehr niedrigen Bereich.

Und es gibt einen weiteren Grund zur Freude: Verfahrenstechnisch ist die Kläranlage Oberschleißheim heute eine der modernsten ihrer Art in Deutschland und dient dem Branchennetzwerk „German Water Partnership e.V. (GWP)“ daher als internationale Referenzanlage. ○

Das neue Belüftungssystem mit intelligentem Regelungssystem der Kläranlage Oberschleißheim.



IMPRESSUM

AERZEN COM-PRESS

Kundenzeitung der
Aerzener Maschinenfabrik GmbH
Ausgabe 1-2020

Herausgeber

Aerzener Maschinenfabrik GmbH
Reherweg 28, D-31855 Aerzen

Redaktion

M/Stephan Brand (v.i.S.d.P.), Sebastian Meißler,
Axel Cichon, Jan Gehrmann, Frank Glöckner,
Klaus Grote, Klaus Heller, Walter Reiter

Bildnachweise

AERZEN, Aerzen Deutschland, Aerzen Rental,
Moritz Küstner/LUH (Seite 1 Gruppenbild), sienk.de

Realisation

Maenken Kommunikation GmbH
Von-der-Wettern-Straße 25, 51149 Köln
Auflage 8.400 Exemplare



AERZEN