



Expertenwissen von Linde.

Nutzung von Sauerstoff zur Leistungssteigerung in aeroben Kläranlagen.

Einflussfaktoren für eine sauerstoffbasierte aerobe Wasserbehandlung und Anwendungsbeispiel aus der chemischen Industrie.

Autor: Darren Gurney, Sr. Process & Business Development Manager, Linde

Gründe für einen dauerhaften oder saisonal erhöhten Kapazitätsbedarf in Kläranlagen.

Betreiber von Anlagen zur Abwasserbehandlung stehen heute zunehmend unter Druck. Sie müssen die Aufbereitung steigender Abwassermengen unter Berücksichtigung immer strengerer Umweltvorschriften bewältigen und dabei gleichzeitig die Kosten im Griff behalten.

Haben Anlagen ihre Auslegungskapazität erreicht, sehen sich die Betreiber mit erheblichen Herausforderungen konfrontiert. Sie sind gefordert, die Leistung der Anlagen zu angemessenen Kosten stabil zu halten – selbst wenn sich **Änderungen bei Produktionsabläufen und Abwasserfracht** ergeben. Die Erweiterung der Anlagenkapazität zur Aufrechterhaltung oder Erhöhung des Durchsatzes bei gleichzeitiger Handhabung neuer Abwasserfrachten ist jedoch häufig sehr kostenintensiv.

Zudem können eine **Verschärfung von Umweltvorschriften** und die Einhaltung der damit verbundenen Qualitätsstandards von behandeltem Abwasser Investitionen in bestehende Kläranlagen erforderlich machen. Dies betrifft in besonderem Maße

Industrieunternehmen, bei denen Abwasser anfällt. Sie dürfen natürliche Wasserressourcen nicht vorsätzlich verschmutzen. Unternehmen müssen im Rahmen ihrer Betriebserlaubnis nachweisen, dass sie in der Lage sind, ihre Abwasserströme gemäß den geltenden nationalen Standards zu behandeln.

Auch **saisonale Temperaturschwankungen** können eine Herausforderung für Anlagenbetreiber darstellen. Steigt das Thermometer in den Sommermonaten, erhöht sich auch die Abwassertemperatur. Aerobe Bakterien sind in warmen Gewässern aktiver, was zu einem vermehrten Sauerstoffbedarf für die BSB-Behandlung (biochemischer Sauerstoffbedarf) bei gleichzeitiger Verringerung der Löslichkeit von Sauerstoff führt. Infolgedessen sinkt der Gehalt an gelöstem Sauerstoff (DO) im Belebungsbecken. Hierdurch entstehen potenziell anoxische Zonen, aus denen Prozessstörungen resultieren können, wie zum Beispiel unerwünschte Ablagerungen in den Nachklärbecken.



Installation von SOLVOX® mobile in einer industriellen Abwasseranlage in den Niederlanden.

In extremen Fällen nimmt die anaerobe Aktivität zu. Hierbei kann es aufgrund der Freisetzung von Schwefelwasserstoff zu einer problematischen Geruchsbelästigung in der Umgebung der Anlage kommen. Darüber hinaus besteht das Risiko, dass ein übermäßiger Durchbruch des BSB – beziehungsweise ein Anstieg der Schwebstoffe im Ablauf – Gebühren oder Geldbußen seitens der Wasseraufsichtsbehörden nach sich zieht.

Viele Anlagenbetreiber sind daher bestrebt, den erhöhten saisonalen Sauerstoffbedarf kostengünstiger und effizienter zu decken als durch herkömmliche Belüftungstechniken, die energieintensive Luftkompressionsgeräte erfordern. Zudem verlieren diese bei erhöhten Temperaturen oder einer geänderten Zulaufbelastung an Effektivität, da Luft nur etwa 21 % Sauerstoff enthält.

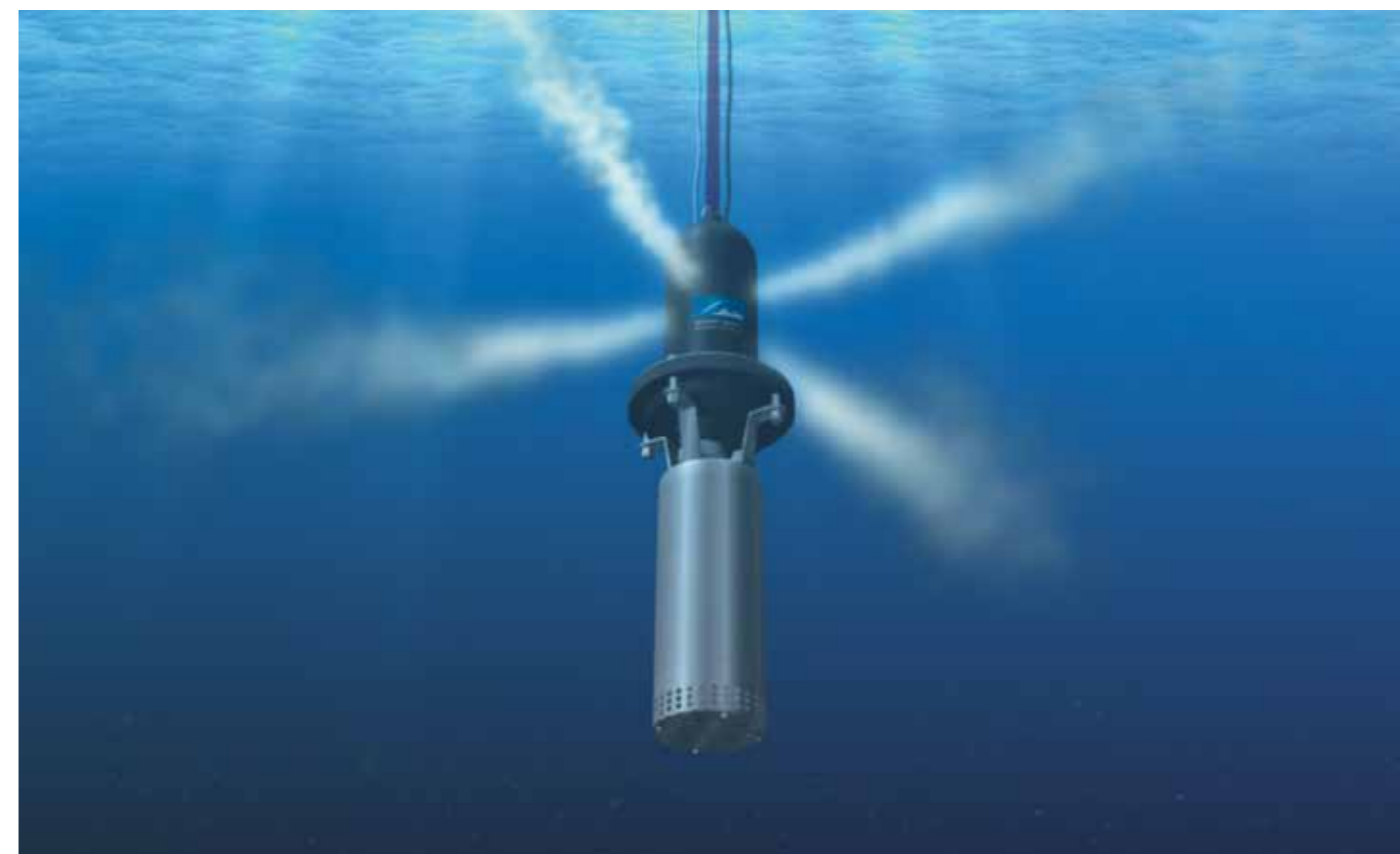
Reiner Sauerstoff. Damit nutzen Sie Ihre Anlage optimal

In zahlreichen Fällen sind gasbasierte Abwassertechnologien ein wirksames Mittel, um Kostendruck, Kapazitätserhöhungen und

gesetzliche Anforderungen in Einklang zu bringen. Die innovativen Lösungskonzepte stellen häufig eine kostengünstige Option dar, um die Lebensdauer bestehender Anlagen zu verlängern. Zudem bieten die Technologien eine flexible Möglichkeit, saisonale Spitzen in der Sauerstoffnachfrage zu überbrücken.

Die biologische Behandlung von Industrieabwässern kann durch eine Nachbehandlung mit gelöstem Sauerstoff (Gehalt von über 2 mg/l) erheblich verbessert werden. Das SOLVOX®-Portfolio wurde von Linde speziell für diese Anwendung entwickelt.

Durch die Kombination des hohen Wirkungsgrades von reinem Sauerstoff mit einer effizienten Misch- und Sauerstoffübertragungsleistung führen die SOLVOX®-Lösungskonzepte zur bestmöglichen Nutzung des Sauerstoffs. Zudem sind sie aufgrund des geringen Montage- und Installationsaufwands innerhalb kürzester Zeit einsatzbereit und können auch in bereits in Betrieb genommenen Becken installiert werden. Die mit Prozessstillständen verbundenen Kosten und Komplikationen werden so vermieden.



Eine gute Mischleistung und eine effiziente Sauerstoffübertragungsleistung sind unerlässlich, um eine homogene Sauerstofflöslichkeit und einen optimalen Sauerstoffgehalt zu erzielen.

Fallstudie: Deckung des steigenden Bedarfs an gelöstem Sauerstoff in Bioreaktoren der Sekundärstufe

Das folgende Beispiel zeigt, weshalb sich eines der größten koreanischen Chemieunternehmen dafür entschieden hat, seine Herausforderungen im Bereich der Abwasserbehandlung mit unseren SOLVOX®-Lösungskonzepten zu bewältigen.

Als sich für das Unternehmen die Möglichkeit eröffnete, seine Produktionskapazität zu erhöhen, stellte sich heraus, dass die vorhandene luftbasierte Anlage den zukünftigen Bedarf an gelöstem Sauerstoff in den Sekundärstufen-Bioreaktoren nicht decken konnte. Damit drohten zum einen eine Verschlechterung der Leistung dieses Prozessschrittes und zum anderen regulatorische Sanktionen in Bezug auf Umweltverstöße. Darüber hinaus hätte sich ein Leistungsabfall nachteilig auf die nachgeschaltete Drittbehandlungsstufe des Fenton-Verfahrens ausgewirkt.

Zu den spezifischen Herausforderungen der Anlage gehörte die Behandlung von Abwasser mit hoher Salzfracht und erhöhten Temperaturen in der Nachbehandlungsphase. Hier wurden Werte von bis zu 48 °C gemessen. An den zukünftigen Lösungsanbieter hatte das Chemieunternehmen konkrete Erwartungen: Vor der Durchführung eines Upgrade-Programms musste dieser zunächst sicherstellen, dass die Installation aller neuen Geräte ohne Beeinträchtigung des laufenden Betriebs erfolgen konnte.

Mit dieser Aufgabenstellung wandte sich das Unternehmen an die Linde-Experten, um gemeinsam eine Lösung für die Erhöhung der Sauerstoffkapazität der vorhandenen Kläranlage zu finden.

Nach einer ausführlichen Prüfung schlug Linde das SOLVOX®-Lösungskonzept vor. Mit Hilfe der SOLVOX®-Mischdüsen und der

dadurch gewährleisteten gleichmäßigen Verteilung und Streuung von mit Sauerstoff angereichertem Wasser, kann ein optimaler Sauerstoffübergang gewährleistet werden. Durch die hohe Austrittsgeschwindigkeit zirkuliert das sauerstoffhaltige Abwasser im Becken und sorgt so für eine dauerhaft hohe und effiziente Sauerstoffausnutzung. Zur Gewährleistung der Betriebssicherheit wird die Sauerstoffdosierung zudem automatisch durch das Signal einer Sonde gesteuert, die an jedem Belüftungsbecken installiert ist. Diese Sonde stellt sicher, dass der Prozess jederzeit innerhalb der empfohlenen Sauerstoffgrenze gehalten werden kann.

Nach der Installation des SOLVOX®-Lösungskonzepts stellte der Kunde fast unmittelbar eine Verbesserung des Gehalts an gelöstem Sauerstoff fest. Das Unternehmen konnte dadurch den Bedarf des bestehenden Belüftungssystems um mehr als 40 % senken und dabei dennoch die gewünschte Leistung in der Nachbehandlungsphase erzielen.

Die Maßnahmen von Linde konzentrierten sich auf die biologische Behandlungsphase, in der bis zu 70 % der Schadstoffbelastung – gemessen als chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) – entfernt werden. Nach dieser Sekundärstufe durchläuft das Abwasser mehrere weitere Aufbereitungsstufen; unter anderem eine Drittbehandlungsstufe des Fenton-Prozesses. Aufgrund der Effizienzverbesserung der biologischen Stufe reduzieren sich die Belastung der nachgelagerten Prozesse sowie die Gesamtkosten der Behandlung. Eine investitionsaufwändige Nachrüstung der Beckenkapazitäten konnte vermieden werden. Unter Verwendung der vorhandenen Anlagen und somit unter Beibehaltung der gleichen Grundfläche wurde in weniger als einer Woche ein technologisch fortschrittliches und unkompliziertes System-Upgrade erzielt.

Das umfangreiche SOLVOX®-Lösungskonzept eignet sich für eine Vielzahl von Kläranlagen mit unterschiedlichsten Betriebsbedingungen. Unabhängig der jeweiligen individuellen Herausforderungen können vorhandene Belüftungsanlagen verbessert werden, indem reiner Sauerstoff in Abwasser-Belebtschlamm eingeleitet wird. Die Zugabe von reinem Sauerstoff kann auch die Leistung einer bestehenden Anlage bei Spitzenbelastungen und Wartung der Hauptanlagen erhöhen. Aufgrund der niedrigen Kosten und der schnellen Installation ist es Anlagenbetreibern möglich, flexibel auf saisonale Spitzen (z. B. Anstieg des CSB oder BSB aufgrund wärmerer Temperaturen) oder erhöhte Produktionsanforderungen zu reagieren.

Weitere Lösungskonzepte mit Sauerstoff

Sauerstoff kommt auch in anderen Bereichen der Wasserbehandlung zum Einsatz. Ein Beispiel sind Ozonprozesse, bei denen er zur partiellen oder vollständigen Oxidation von organischen Verbindungen in Industrieabwässern verwendet wird. Ozon ist ein instabiles Molekül, das leicht ein Atom Sauerstoff abgibt und ein starkes Oxidationsmittel

Erfolg in der Praxis

Das Beispiel zeigt, wie eine kontrollierte Zufuhr von reinem Sauerstoff zur Erhöhung der Gesamtleistung von Kläranlagen beitragen kann. Für Betreiber biologischer Kläranlagen stellt der Eintrag von reinem Sauerstoff eine flexible, kostengünstige und effiziente Möglichkeit dar, um in der biologischen Stufe die Werte für gelösten Sauerstoff konstant aufrechtzuerhalten





darstellt. Es ist in einer großen Bandbreite wirksam und kann mit anderen in Advanced Oxidation Processes (AOP) vorhandenen Mitteln für eine wirksamere Schadstoffreduzierung kombiniert werden. Indem reiner Sauerstoff durch eine elektrische Entladungsröhre geleitet wird, ist es möglich, Ozon kontinuierlich vor Ort zu erzeugen. Um Ozon in der Abwasserbehandlung verwenden zu können, muss es an Ort und Stelle produziert und dem Wasser direkt zugeführt werden. Einer der Hauptvorteile von Ozon besteht darin, dass es nur sehr wenige unerwünschte und potenziell schädliche Nebenprodukte produziert. Ozon wird oft in Kombination mit Wasserstoffperoxid (H_2O_2) oder UV-Licht verwendet. Dies ist allgemein als Advanced Oxidation Process (AOP) bekannt. AOP eignet sich beispielsweise hervorragend zur Entfernung von schwer abbaubaren Farbstoffen, Pestizidrückständen und stabilen organischen Ringmolekülen.

Ein weiteres Beispiel für den Einsatz von Reinsauerstoff ist die überkritische Wasseroxidation (SCWO). Dies ist ein Prozess, der in Wasser bei Temperaturen und Druck oberhalb seines thermodynamischen kritischen Punkts auftritt, typischerweise größer als 250 bar und > 600 °C. Unter diesen Bedingungen wird Wasser zu einer Flüssigkeit mit einzigartigen Eigenschaften, die zur Zerstörung von gefährlichen Abfällen wie polychlorierten Biphenylen eingesetzt werden kann. SCWO kann als „grüne Chemie“ oder als saubere Technologie eingestuft werden, da eine Energierückgewinnung möglich ist. Der erhöhte Druck und die Temperaturen, die für SCWO erforderlich sind, werden routinemäßig in industriellen Anwendungen wie der Erdölraffinerie und der chemischen Synthese erzeugt.

Welches das für den Kunden jeweils am besten geeignete Lösungskonzept ist, hängt von einer Reihe von Faktoren ab. Insbesondere die Art des zu behandelnden Abfalls, die

Durchsatzanforderung und die Wahrscheinlichkeit von saisonalen Spitzen oder Änderungen des Produktionsmix sind hier ausschlaggebend.

Dabei ist es von Vorteil, mit einem Partner wie Linde zusammenzuarbeiten, der nachweislich über langjährige Erfahrungen auf dem Gebiet der gasbasierenden Abwasserbehandlung verfügt. Diese Erfahrung garantiert eine bestmögliche Bewertung der verschiedenen verfügbaren Optionen – sowohl hinsichtlich des Gaseintrags als auch der Anpassung der individuellen Bedürfnisse an die benötigte Gaseversorgung. Und insbesondere um eine Anpassungsfähigkeit an zukünftige Änderungen sicherzustellen.

Über den Autor

Darren Gurney verfügt über eine 25-jährige Erfahrung in der Wasseraufbereitung und hat mehrere Wasseraufbereitungstechnologien von Linde entwickelt. Der gebürtige Brite besitzt einen Master of Science-Abschluss als Chemieingenieur und beaufsichtigte persönlich Hunderte von Installationen in Abwasserbehandlungsanlagen in so unterschiedlichen Branchen wie Kommunen, Lebensmittel und Getränke, Textil, Pharmazie, Fein- und Spezialchemikalien sowie Zellstoff und Papier.

“Zu den schönsten Dingen gehört, das Vertrauen unserer Kunden zu gewinnen. In den letzten 25 Jahren hatte ich das Privileg, mehr als 100 Kunden zu betreuen: Wir bei Linde arbeiten hart, um den hervorragenden Service zu bieten, der von uns erwartet wird – pünktlich und zu einem fairen Preis. Das liegt einfach in unserer DNA“

Darren Gurney, Senior Process & Business Development Manager, Linde



Vorsprung durch Innovation

Linde ist mehr. Linde übernimmt mit zukunftsweisenden Produkt- und Gasversorgungskonzepten eine Vorreiterrolle im globalen Markt. Als Technologieführer ist es unsere Aufgabe, immer wieder neue Maßstäbe zu setzen. Angetrieben durch unseren Unternehmergeist arbeiten wir konsequent an neuen hochqualitativen Produkten und innovativen Verfahren.

Linde bietet mehr – wir bieten Mehrwert, spürbare Wettbewerbsvorteile und erhöhte Profitabilität. Jedes Konzept wird exakt auf die Bedürfnisse unserer Kunden abgestimmt. Individuell und maßgeschneidert. Das gilt für alle Branchen und für jede Unternehmensgröße.

Wer heute mit der Konkurrenz von morgen mithalten will, braucht einen Partner an seiner Seite, für den höchste Qualität, Prozessoptimierungen und Produktivitätssteigerungen tägliche Werkzeuge für optimale Kundenlösungen sind. Partnerschaft bedeutet für uns jedoch nicht nur „wir für Sie“ – sondern vor allem „wir mit Ihnen“. Denn in der Kooperation liegt die Kraft wirtschaftlichen Erfolgs.

Linde – Making our world more productive



Linde Aktiengesellschaft

Linde Gas Deutschland, Seitnerstraße 70, 82049 Pullach

www.linde-gas.de/wasserbehandlung, info.wasserbehandlung@linde.com

Linde ist ein Firmenname, der von den Unternehmen der Linde Group verwendet wird. Das Linde-Logo und das Wort Linde sind Marken der Linde AG. ECOVAR®, OZORA®, SOLVOX® und SOLVOCARB® sind in der EU registrierte Marken der Linde Group. Markeneintragungen und deren Status können je nach Land variieren. Copyright © 2019. Linde AG.