

# Verfahrenstechnische Beschreibung

VOXAL™: Kryogene Lösemittelrück-  
gewinnung und Abgasreinigung



# VOXAL™- Verfahren



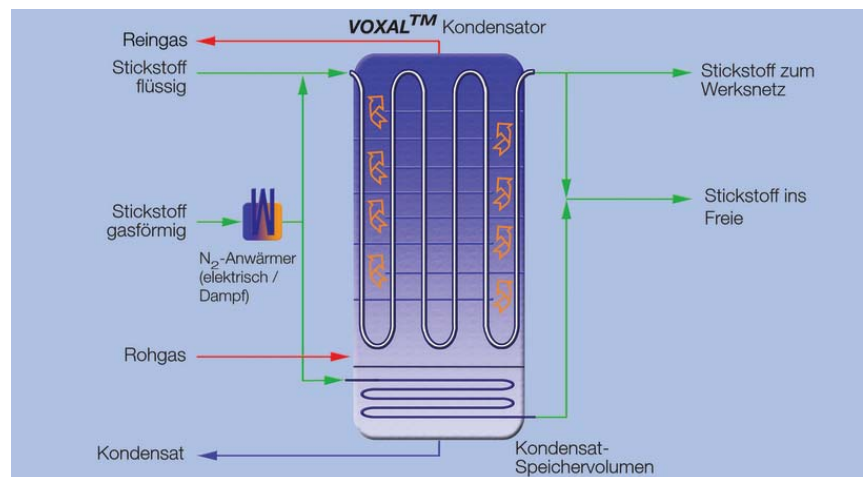
VOXAL™- Anlage in der Fertigung

Air Liquide bietet mit VOXAL™ ein Verfahren zur kryogenen Abgasreinigung und Lösemittelrückgewinnung, das sich bereits in über 100 Projekten bei namhaften Anwendern aus der chemischen und pharmazeutischen Industrie bewährt hat. Ein besonderer Vorteil des Verfahrens ist, dass auf Basis standardisierter Verfahrensschritte eine für die jeweilige Aufgabenstellung optimale Lösung maßgeschneidert wird.

In der chemischen und pharmazeutischen Industrie entstehen vielfach kleine bis mittlere Abgasströme zwischen 30 und 2.000 m<sup>3</sup>/h, die mit kondensierbaren Lösemitteln hoch beladen sind. Hinzu kommen teilweise stark schwankende Volumenströme und Abgaszusammensetzungen. Kondensationsverfahren zur Reinigung und zur Lösemittelrückgewinnung haben in diesen Fällen erhebliche Vorteile im Vergleich zu anderen Prozessen.



Zur Einhaltung der gesetzlich vorgegebenen Emissionswerte sind dazu allerdings Temperaturen erforderlich, die weit unter den Möglichkeiten konventioneller Kälteerzeugung liegen. Hier bietet sich flüssiger Stickstoff (Siedepunkt -196 °C) als ideale Kältequelle an. Der zur Kondensation eingesetzte flüssige Stickstoff verdampft, kommt aber selbst nicht mit dem Abgas in Kontakt, so dass er anschließend für weitere Applikationen wie z.B. zum Inertisieren nutzbar ist. Diese Doppelnutzung des Betriebsmittels Stickstoff macht das Verfahren auch in wirtschaftlicher Hinsicht überaus attraktiv.



## Der VOXAL™ Cryo-Kondensator

Kernelement des VOXAL™-Verfahrens ist ein mit flüssigem Stickstoff gekühlter Abgaskondensator (Abb. 1), in dem die Lösemittel kondensieren bzw. ausfrieren. Der Apparat verfügt über senkrecht stehende, berippte Rohre, in denen der tiefkalte Stickstoff verdampft und an denen die Lösemittel kondensieren. Das besondere Know-how besteht darin, Rohre und Strömungsführung auf der Abgasseite so zu gestalten, dass die Anlage über lange Zeiträume mit einem kleinen Druckverlust betrieben werden kann, bevor ein Abtauen des Kondensators erforderlich ist. Die kryogene Kondensation läuft nach folgendem Prinzip ab: Das mit dem Lösemittel beladene Abgas tritt mit Umgebungstemperatur in den Cryo-Kondensator ein und wird zunächst nur abgekühlt.

Sobald der Taupunkt des Lösemittels erreicht ist, beginnt das Lösemittel entsprechend der Sättigungsbeladung auszukondensieren. Wird der Schmelzpunkt des Lösemittels unterschritten, so friert es aus. Bei den meisten Lösemitteln liegen die Schmelzpunkte aber zwischen -60 °C und -100 °C, so dass der überwiegende Anteil der Lösemittel kondensiert und nur ein geringer Teil ausfriert. Der VOXAL™-Kondensator zeichnet sich durch hohe Rückgewinnungsraten und sehr niedrige Restemissionen aus. Der untere Bereich des Kondensators dient als Zwischenspeicher für die verflüssigten Lösemittel und macht so einen separaten Auffangbehälter überflüssig. Bei einem kontinuierlichen Abgasanfall werden zwei parallel geschaltete Kondensatoren wechselseitig betrieben. So kann der eine Kondensator die Abgasreinigung übernehmen, während der andere regeneriert bzw. abgetaut wird.

# VOXAL™ TCA



Die Experten der Air Liquide beraten den Kunden gern ausführlich über die verschiedenen Möglichkeiten bei der kryogenen Abgasreinigung. Da der Einsatz in der Praxis die Leistungsfähigkeit eines Verfahrens am eindrucksvollsten demonstriert, steht eine mobile Pilotanlage zur Verfügung. Damit kann das auf die jeweilige Anforderung angepasste Verfahren unter realen Betriebsbedingungen vor Ort demonstriert werden.

## Weitere Verfahrensoptionen

Der Kondensator lässt sich mit weiteren Verfahrensoptionen kombinieren bzw. ergänzen, um den Prozess noch effizienter zu machen:

### Konventionelle Vorkondensation

Eine Vorkondensation mit konventioneller Kälteversorgung kann einen Teil der Lösemittelfracht bei höheren Temperaturen auskondensieren und gleichzeitig die Wasserfeuchte vor Eintritt in die kryogene Reinigungsstufe reduzieren. Dadurch ist zum einen in der Reinigungsstufe weniger Kühlleistung erforderlich und der Stickstoffbedarf sinkt, zum anderen verlängern sich die Standzeiten der kryogenen Stufe noch weiter, da der größte Teil des Wassers bereits kondensiert ist und daher in der kryogenen Stufe nicht mehr zu Vereisungen führen kann.

### Kälterückgewinnung (Economizer)

Bei der Kälterückgewinnung wird das in die Anlage eintretende Rohgas im Gegenstrom zu dem kalten Reingas geführt und so vorgekühlt. Dadurch verbessert sich die Effizienz des VOXAL™-Verfahrens und der Stickstoffbedarf sinkt.

## VOXAL™ TCA

Eine weitere Option bei sehr strikten Reinheitsanforderungen ist eine nachgeschaltete VOXAL™ TCA-Adsorptionsstufe (TCA = Tissue Carbon Adsorption), bei der das Abgas radial durch einen Filter aus Aktivkohlegewebe strömt, so dass sich die Reinigungsleistung der Gesamtanlage wesentlich verbessert.



## Verfahrensvorteile auf einen Blick

- Problemlose Einhaltung der TA-Luft
- Hohe Rückgewinnungsraten
- Extrem flexibel bezüglich Volumenstrom und Abgaszusammensetzung
- Keine neuen Abfallstoffe
- Niedrige Investitionskosten
- Geringe Betriebskosten durch Doppelnutzung des Stickstoffs

- Sehr hohe Betriebssicherheit und Verfügbarkeit (keine beweglichen Teile)
- Kaum Wartung erforderlich
- Geringer Montageaufwand vor Ort (Package Units)
- Maßgeschneiderte Lösungen

## Serviceleistungen

Air Liquide bietet ein Komplettpaket an, das je nach Aufgabenstellung verschiedene Optionen einsetzt bzw. kombiniert, um eine optimale Lösung für den Anwender zu erhalten. Dazu gehört ein umfassendes Serviceangebot mit folgenden Leistungen:

- Beratung Konzepterstellung
- Basic- und Detail-Engineering
- Projektmanagement
- FAT (Factory Acceptance Test)
- Inbetriebnahme, SAT (Site Acceptance Test), Schulung
- Online-Supervising
- Wartung und Instandhaltung

## Kontakt

AIR LIQUIDE Deutschland GmbH  
Hans-Günther-Sohl-Straße 5  
40235 Düsseldorf  
Fon: (0211) 66 99 - 0  
Fax: (0211) 66 99 - 222  
chemie@airliquide.de



78500101

**Air Liquide** ist **weltweit führend** bei technischen und medizinischen Gasen sowie damit verbundenen Dienstleistungen und in 72 Ländern vertreten. Gestützt auf ständig verbesserte **Technologien** kann der Konzern im Einklang mit seiner Verpflichtung zu **ganzheitlicher Entwicklung** seinen Kunden **innovative Lösungen** anbieten, die bei der Herstellung zahlreicher Produkte des täglichen Bedarfs und zum Schutz des menschlichen Lebens eingesetzt werden. Air Liquide wurde 1902 gegründet und beschäftigt heute nahezu 37.000 Mitarbeiter.