



Bild: Herose GmbH

Tiefen Temperaturen trotzen

Armaturen in der Luftzerlegung

Carsten Wurr

Luft lässt sich in hoher Reinheit und in großen Mengen nur mithilfe der kryogenen Luftzerlegung wirtschaftlich in die Einzelgase trennen. Dabei wird die Luft durch Rektifikation in ihre einzelnen Bestandteile zerlegt. In der Cold-Box, einer kryogenen Luftzerlegungsanlage, kommen dabei verschiedene Armaturen zum Regeln und Absperren zum Einsatz.

Carsten Wurr, Hamburg

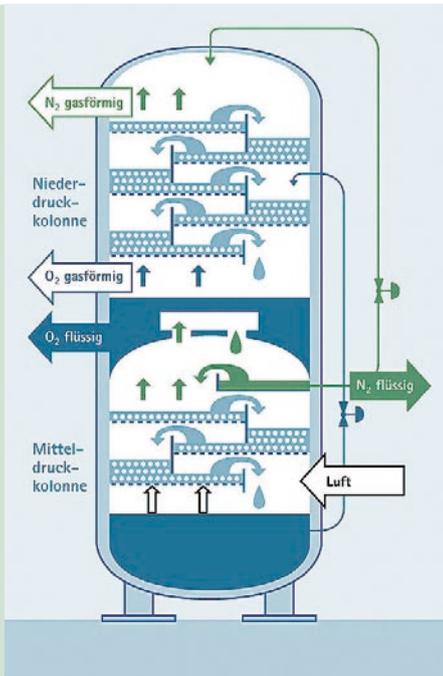
Es gibt kaum eine Branche, die technische Gase nicht an der einen oder anderen Stelle in der Produktionskette einsetzt. Zu den technischen Gasen zählen zum einen die aus der Luft gewonnenen Gase Stickstoff, Sauerstoff, Argon sowie die Edelgase Krypton und Xenon. Wasserstoff, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Helium und eine Vielzahl von Spezialgasen können dagegen nicht aus der Luft gewonnen werden.

Die Luftgase lassen sich in hoher Reinheit und großen Mengen nur mithilfe der kryogenen Luftzerlegung wirtschaftlich gewinnen. Dabei wird die Luft durch Rektifikation, ein thermisches Trennverfahren, in ihre einzelnen Bestandteile zerlegt. In einer kryogenen Luftzerlegungsanlage kommen verschiedene Armaturen zum Regeln und Absperren zum Einsatz. Seit Jahren ist die Bad Oldesloer Firma Herose in diesem Geschäftsfeld aktiv. Eingesetzt werden Ventile vom Typ 01420 in verschiedenen Nenngrößen.

Das Unternehmen zählt zu den Weltmarktführern im Bereich von Armaturen für

die Tieftemperaturtechnik und den Druckbehälterbau seit über 130 Jahren. 2007 wurde ein Umsatz von 32 Mio. Euro erzielt, in diesem Jahr erwarten die geschäftsführenden Gesellschafter Wilfried und Dirk Zschalich eine weitere Umsatzsteigerung von 15 %. Herose liefert in 70 Länder, der Exportanteil liegt bei 66 %.

Die Rohrleitungen, in denen sich die absperrbaren Armaturen innerhalb einer Cold-Box befinden, sind immer in der Nähe der äußeren Hülle verlegt. Das heißt, die eigentlichen Armaturen befinden sich innerhalb der isolierten Ummantelung und nur die Handräder oder Antriebe liegen außerhalb der Cold-Box. Der Kragen, der an das äußere Verlängerungsrohr geschweißt ist, stellt dabei die Trennlinie zwischen dem isolierten Armaturenteil und den freiliegenden Handrädern bzw. Antrieben dar. Diese Anordnung gewährleistet dem Betreiber den freien Zugang zur Armatur, um sie gegebenenfalls zu betätigen oder zu warten.



Grafik: Air Liquide

Reiner flüssiger Sauerstoff lässt sich am Boden der Niederdruckkolonne und reiner flüssiger Stickstoff am Kopf der Mitteldruckkolonne entnehmen



Foto: Air Liquide

In einer Luftzerlegungsanlage werden die technischen Gase Stickstoff, Sauerstoff, Argon sowie Krypton und Xenon gewonnen

Für die Konstruktion der Absperr- und Regelarmaturen bedeutet dies, dass der Ventilteller und ggf. auch der Sitz im eingebauten Zustand von oben demontierbar sein müssen. Hierfür werden entgegen der normalen Konstruktion Verlängerungsröhre mit einem Durchmesser gewählt, der größer als der äußere bzw. Sitzdurchmesser ist. Die Spindel der Armatur wird durch die Führungsbuchse innerhalb dieses Verlängerungsröhres positioniert, um die geforderten Dichtheitsanforderungen zu gewährleisten. Armaturen mit dieser Funktionalität können somit vom Betreiber in die Rohrleitung eingeschweißt werden und gleichzeitig bei Anlagenstillstand einfach und schnell gewartet werden, indem die Verschraubungen am Oberteil gelöst werden und die Spindel samt Teller durch das Verlängerungsröhr nach oben gezogen wird bzw. wieder von oben montiert wird. Bedingt durch dieses Funktionsprinzip spricht man bei diesen Armaturen auch von Top-Entry-Armaturen.

Luftzerlegung en détail

Im ersten Schritt wird in der Luftzerlegungsanlage atmosphärische Luft angesaugt und auf ca. 6 bar verdichtet. Anschließend wird die Luft durch Kühlwasser abgekühlt und in einer aus zwei Adsorberbetten bestehenden Adsorberstation von Feuchtigkeit, Kohlendioxid und Kohlenwasserstoffen befreit. Dies verhindert, dass es im nachgeschalteten kryogenen Prozess (mit Temperaturen bis unter -170 °C) zur Eisbildung kommt, die enge Passagen in den Wärmetauschern blockiert. Die Abtrennung der Kohlenwasserstoffe von der Prozessluft ist notwendig, damit sich diese später im Prozess nicht aufkonzentrieren und explosive Gemische bilden.

Die so gereinigte Luft wird im Hauptwärmetauscher bis zu ihrer Verflüssigungstemperatur abgekühlt und der ersten Trennkolonne zugeführt. Hier erfolgt die Trennung der Luft in ihre Bestandteile durch Rektifikation. Das Rektifikationsprinzip beruht auf den unterschiedlichen Siedepunkten der einzelnen Luftbestandteile in Abhängigkeit vom Druck. So liegt Stickstoff noch im gasförmigen Aggregatzustand vor, wenn Sauerstoff schon zu einer Flüssigkeit kondensiert.

Strömt die auf nahezu Verflüssigungstemperatur abgekühlte Luft durch die auf den einzelnen Böden der Trennkolonne stehende, mit Sauerstoff angereicherte verflüssigte Luft, verflüssigt sich der bei höheren Temperaturen kondensierende Sauerstoff und reichert sich in der durchströmten Flüssigkeit immer weiter an. In der aufsteigenden Luft steigt dagegen die Konzentration des noch nicht kondensierenden Stickstoffs. Hat die Luft alle Böden durchströmt, sammelt sich im Kolonnenkopf gasförmiger Stickstoff und am Kolonnenboden eine mit Sauerstoff angereicherte Flüssigkeit.

Um nun noch höhere Reinheiten an Sauerstoff und Stickstoff zu erzielen, wird der Prozess der Rektifikation in der nachgeschalteten Niederdruckkolonne wiederholt. Hierfür wird zum einen die sauerstoffangereicherte Flüssigkeit am Boden und der verflüssigte Stickstoff aus dem Kopf der Mitteldruckkolonne in den oberen Teil der Niederdruckkolonne entspannt. Nach Durchlaufen des Rektifikationsprozesses fällt im Kopf der Niederdruckkolonne reiner gasförmiger Stickstoff und am Boden reiner flüssiger und gasförmiger Sauerstoff an.

Effiziente Prozessführung

Die Kälte des flüssigen Sauerstoffs auf der Niederdruckkolonne wird genutzt, um den

unter höherem Druck stehenden gasförmigen Stickstoff im Kopf der Mitteldruckkolonne zu verflüssigen. Dies ist physikalisch möglich (obwohl die Verflüssigungstemperaturen bei Normaldruck von Stickstoff bei -196 °C und die von Sauerstoff bei -183 °C liegen), da mit zunehmendem Druck die Siedetemperatur steigt und somit die Kälte des Niederdruck-Sauerstoffs ausreicht, um den unter höherem Druck stehenden Stickstoff zu verflüssigen. Der verflüssigte reine Stickstoff kann an dieser Stelle als Flüssigprodukt entnommen werden. Der restliche flüssige Stickstoff durchläuft den Rektifikationsprozess der Mitteldruckkolonne.

Beim Abfließen über die einzelnen Böden reichert sich diese Flüssigkeit immer mehr mit Sauerstoff an, während sich der Stickstoff in der aufsteigenden Prozessluft aufkonzentriert. Im Gegenzug wird der gasförmige Stickstoff am Kopf der Mitteldruckkolonne genutzt, um den flüssigen Sauerstoff am Boden der Niederdruckkolonne zu verdampfen.

Reiner flüssiger Sauerstoff lässt sich nun am Boden der Niederdruckkolonne und reiner flüssiger Stickstoff am Kopf der Mitteldruckkolonne entnehmen. Die tiefkalten Gase Sauerstoff und Stickstoff aus der Niederdruckkolonne werden, bevor sie den Prozess verlassen, durch den Hauptwärmetauscher geführt. Dort kühlt sich die Prozessluft vor Einspeisung in die Mitteldruckkolonne fast bis zur Verflüssigungstemperatur ab. Sauerstoff und Stickstoff hingegen verlassen den Hauptwärmetauscher mit nahezu Umgebungstemperatur.

Definierte Qualität

Durch weitere Erwärmung eines Teils dieses Stickstoffs in einem Regenerationserhitzer lässt sich dieser zur Regeneration der bei-



Herose-Werk in Bad Oldesloe



Armaturen für Tieftemperaturanwendungen

den Adsorberbetten nutzen. Die gasförmigen Produkte können mithilfe von Sauerstoff- bzw. Stickstoffkompressoren verdichtet werden und stehen nun zur weiteren Verwendung zur Verfügung. Die hierbei erzielten Reinheiten hängen hauptsächlich vom Luftfaktor (Verhältnis der eingesetzten Luft- zur Produktmenge) und von der Anzahl der Trennstufen/Böden in den beiden Kolonnen ab.

Im mittleren Teil der Niederdruckkolonne reichert sich Argon an, das sich an dieser Stelle abziehen und in weiteren Prozessschritten zum reinen Gas aufkonzentrieren lässt. Zusätzlich im unteren Teil der Niederdruckkolonne eingebaute „Sperr“-Böden verhindern, dass Krypton und Xenon mit dem Hauptproduktstrom die Anlage verlassen und erzeugen eine Sauerstoff-Fraktion mit einigen hundert ppm an diesen Edel-

gasen. Speziell ausgerüstete Luftzerlegungsanlagen liefern aus dem Kopf der Mitteldrucksäule ein Gasgemisch, das bis etwa zur Hälfte aus Neon und Helium besteht. Die Edelgas-Vorkonzentrate werden in separaten, sehr viel kleineren Anlagen weiter zu reinen Stoffen aufgearbeitet, wobei meist auf die Heliumabtrennung verzichtet wird, da sich dieses Edelgas wirtschaftlicher aus Roh-Erdgas gewinnen lässt.

Aufgrund der vielfältigen Anwendungen für Luftgase und der damit verbundenen unterschiedlichen prozesstechnischen und ökonomischen Randbedingungen werden kryogene Luftzerlegungsanlagen individuell an die spezifischen Anforderungen angepasst. Die Kapazitäten reichen von Kleinanlagen zum Beispiel für die Versorgung der Elektronikindustrie mit hochreinem Stickstoff oder Sauerstoff bis zu großtechnischen Anlagen mit Produktionsleistungen von mehreren Tausend Tagestonnen und Antriebsleistungen von bis zu 50 MW zur Versorgung der Chemie-, Petro- oder Stahlindustrie.

130 Jahre Tradition

Die Firma Herose gehört zu den Weltmarktführern im Bereich von Armaturen für den Tieftemperaturbereich und den Druckbehälterbau. Die Geschichte des Unternehmens ist mehr als 130 Jahre alt. Am 1. April 1873 gründete der Gießereimeister Theodor Rose die Armaturenfabrik Th. Rose KG in Hamburg-Altona und begann mit der Herstellung von Armaturen für den Schiffbau und die Haustechnik. Die Firma Hero Armaturenwerk GmbH in Bad Oldesloe hat in Ergänzung dazu seit 1921 insbesondere Industriearmaturen unterschiedlichster Ausführung gefertigt.

Die Herose (Hero + Rose) GmbH Armaturen und Metalle wurde am 1. April 1947 als Vertriebsgesellschaft dieser beiden Hersteller gegründet. Alle drei Firmen sind seit 1992 unter dem gemeinsamen Firmennamen Herose unter einem Dach in Bad Oldesloe zwischen den Hansestädten Hamburg und Lübeck vereint. Seit 1996 wurde die Produktpalette völlig verändert. Heute werden Armaturen für die Tieftemperaturtechnik, Sicherheitsventile für industrielle Anwendungen und Armaturen für ölgekühlte Transformatoren gefertigt. Der Umsatz stieg von 8 Mio. Euro im Jahr 1996 auf 32 Mio. Euro 2007. Geleitet wird das Unternehmen heute von den geschäftsführenden Gesellschaftern Wilfried und Dirk Zschalich.

HEROSE
000

WWW
www.vfmz.de/150002