

Fortschritt in der Destillationstechnik

Mini-Schirmventile maximieren die Leistung

Leistungsfähige Destillationskolonnen spielen in der Öl- und Gasindustrie eine bedeutende Rolle. In Erdölraffinerien, petrochemischen Anlagen, Flüssiggas- und Erdgasanlagen kommt es darauf an, eine maximale Destillationseffizienz und -kapazität sicherzustellen, ohne den Betriebsbereich und die Flexibilität der Kolonne zu beeinträchtigen. Die neuen UFM™-Ventilböden (Umbrella Floating Mini-Valve) von Sulzer erfüllen alle diese Anforderungen und helfen dabei noch, eine Menge Energie zu sparen.

In vielen industriellen Anwendungen der Öl- und Gasverarbeitung wird ein großer Teil der benötigten Energie in Destillationskolonnen verbraucht, weshalb die Entwicklung von energiesparen-

den Stoffaustauschtechnologien zunehmend an Bedeutung gewinnt. In den vergangenen 20 Jahren wurde viel Aufwand und Forschungsarbeit in die Verbesserung der Kapazität und Effizienz von Trenn-

böden investiert, um Destillationskolonnen näher an ihre durch den Durchmesser bedingte hydraulische Grenze zu bringen. In den meisten Fällen konnte eine Steigerung der hydraulischen Kapazität

1 Der neue UFM™-Ventilboden zeichnet sich durch eine hervorragende Trennleistung, hohe hydraulische Kapazität und einen breiten Betriebsbereich aus.



erreicht werden, allerdings häufig auf Kosten der Trennleistung und des Betriebsbereichs (wie etwa bei Multi-Ablaufschacht-Trennböden). Vor Kurzem hat Sulzer mit dem UFM (Umbrella Floating Mini-Valve) ein neuartiges Ventil entwickelt, das alle drei Hauptleistungsmerkmale des Trennbodens verbessert: die Trennleistung, die hydraulische Kapazität und den Betriebsbereich (Bild 1).

Eine Idee entsteht

Die umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten von Sulzer umfassten experimentelle Versuche und numerische Strömungssimulationen (CFD-Analysen) in der Pilotanlage im schweizerischen Winterthur und einem weltweit anerkannten Institut zur Prüfung von Fraktioniertechnologien. Das Ziel der Arbeiten bestand darin, die Trennleistung und die hydraulische Kapazität der Trennböden zu maximieren, ohne den Betriebsbereich einzuschränken und den Druckabfall pro Trennstufe negativ zu beeinflussen (oder jene sogar zu verbessern).

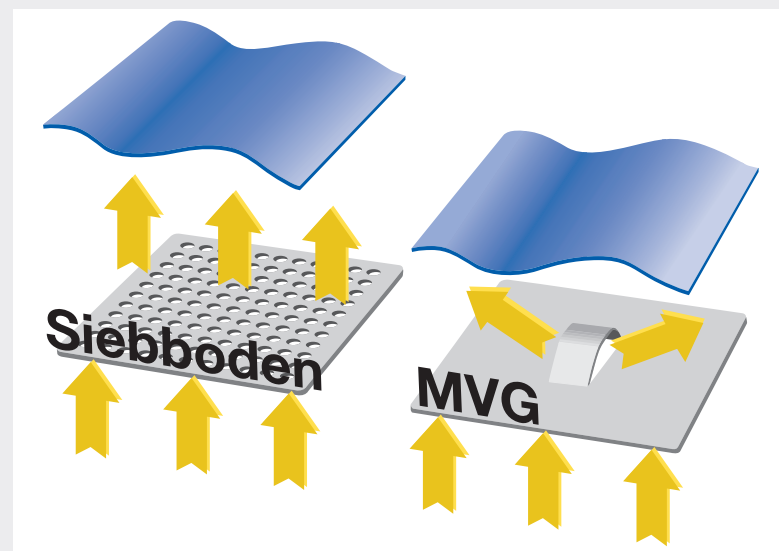
Die Idee für das neue Ventil entstand aus der Beobachtung des Mischmechanismus von Dampf und Flüssigkeit in konventionellen Ventilen und Hochleistungsventilen der ersten Generation. In einem Trennboden gelangt der aufsteigende Dampf durch Öffnungen in die aktive Zone, wo er mit der Flüssigkeit in Kontakt kommt. Sieblöcher, feste oder bewegliche Ventile sorgen dafür, dass der Dampf in die Flüssigkeit eingebracht und verteilt wird. Es entsteht eine schaumige Mischung, in der der Stoffaustausch stattfindet (siehe Infobox). Die Effizienz des Stoffaustauschs wird bestimmt durch:

- Die physikalischen Eigenschaften des Dampfs und der Flüssigkeit
- Die Geometrie des Trennbodens
- Die Art und Weise, wie der Dampf aus den Bodenöffnungen ausströmt
- Die Querstrombewegung der Flüssigkeit von einem Ablaufschacht zum nächsten

In Siebböden – der einfachsten Form eines Trennbodens – tritt der Dampf in senkrechten Strömen aus. Diese erzeugen eine hohe Sprudelschicht, was bei einem

Funktionsweise von Destillationsböden

Bei der Destillation wird eine Mischung von Stoffen mit unterschiedlichen Siedepunkten (z.B. Erdöl) getrennt. Die leichteren Bestandteile verdampfen und strömen zum oberen Ende der Kolonne, während die schwereren Bestandteile kondensieren und in der Kolonne nach unten fließen. Um die erforderliche Reinheit der Kolonnenprodukte zu gewährleisten, müssen Dampf und Flüssigkeit auf mehreren Trennböden vermischt werden. Dabei fließt die Flüssigkeit horizontal über die Böden, während der Dampf durch Öffnungen in den Böden nach oben strömt und durch die Flüssigkeit sprudelt. Konventionelle Trennböden (Siebböden) haben einfache Löcher. Bei moderneren Trennböden (wie dem unten dargestellten MVG) haben die Öffnungen ein kleines Dach, das ein senkrecht Ausströmen des Dampfs aus den Öffnungen verhindert. Dadurch entsteht eine niedrigere Sprudelschicht auf dem Bodendeck, wodurch mehr Dampf verarbeitet werden kann.



(Gelb: Dampf; blau: Flüssigkeit)

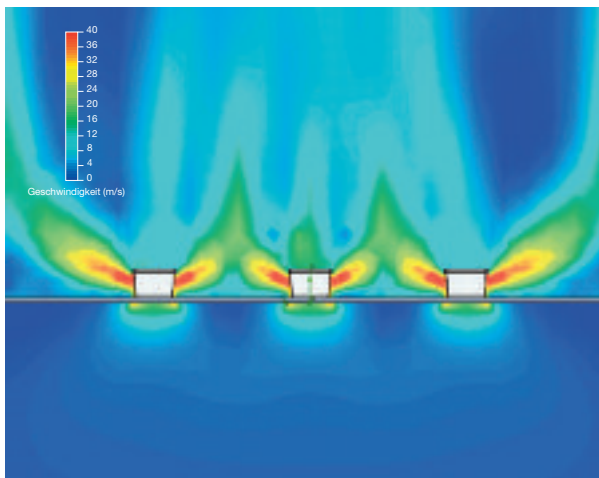
Sulzer verfügt über das größte Angebot an Trennböden auf dem Markt, das von konventionellen bis hin zu Hochleistungstrennböden reicht. Nach Einführung der richtungsweisenden MVG-Trennböden präsentiert Sulzer mit den UFM-Ventilen nun einen weiteren Fortschritt im Bereich der Hochleistungstrennböden.

Mehr Informationen: www.sulzer.com/Hochleistungstrennboeden

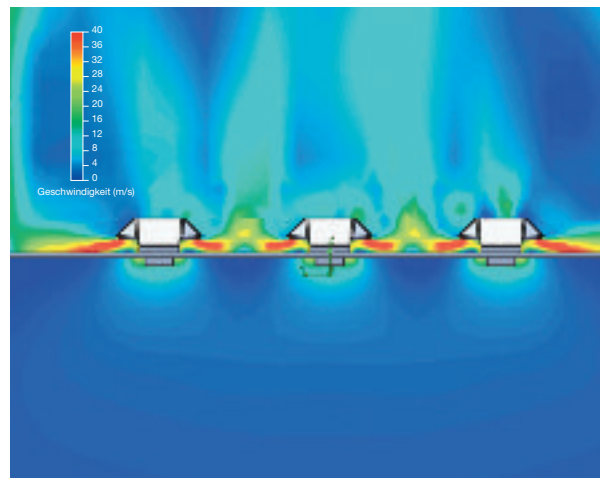
bestimmten Bodenabstand und Kolonnendurchmesser zu einer geringen Kapazität führt. Bei der ersten Generation von Hochleistungsventilen wie den MVG™-V-Grid-Böden von Sulzer oder dem original Glitsch VG-0™ mit festen Ventilen wurden diese Nachteile zum Teil überwunden. So konnte bereits vor einigen Jahrzehnten ein beständiger Leistungsgewinn gegenüber Sieblöchern und konventionellen Ventilen erzielt werden. Nun ist Sulzer mit den neuen UFM-Hochleistungsventilen der zweiten Generation ein weiterer innovativer Fortschritt gelungen. Dazu hat Sulzer die Ventilform mithilfe von CFD-Verfahren analysiert und entwickelt und anschließend in Pilotkolonnen im realen Einsatz getestet.

Strömungsdynamische Analysen

In den letzten zehn Jahren haben sich numerische Strömungssimulationen zu einem unverzichtbaren Analyse- und Designwerkzeug für viele industrielle Anwendungen entwickelt. Dies gilt auch für Trennböden in Destillationskolonnen. So führte Sulzer verschiedene CFD-Studien durch, um das Leistungsvermögen, die Beschränkungen und mögliche Verbesserungen von konventionellen Ventilen zu untersuchen. Diese Studien lieferten die Form und die geometrischen Abmessungen der neuen UFM-Hochleistungsventile der zweiten Generation. Bei konventionellen Ventilen mit einer flachen Kappe wird der Dampf schräg nach oben gelenkt (Bild 2). Dies führt



2 CFD-Simulationen zeigen, dass der Dampf bei konventionellen Ventilen nach oben gelenkt wird.



3 Die UFM-Ventile lenken den Dampf nach unten, die Dampfgeschwindigkeit über den Ventilen ist geringer.

zu einer reduzierten Stoffaustauschfläche und Kontaktzeit zwischen Flüssigkeit und Dampf auf dem Trennboden. Der Aufwärtsimpuls reicht aus, um die Flüssigkeit mitzureißen, was die Effizienz und die verfügbare Kapazität verringert. Um diese Einschränkungen zu überwinden, hat Sulzer einen neuartigen Ventiltyp entwickelt, der den Dampf so auf das Bodendeck leitet, dass eine optimale Nutzung des Kontaktapparats gewährleistet ist. Bild 3 zeigt die Simulationsergebnisse des neuen Ventils: Zonen hoher Geschwindigkeit sind nur auf Höhe des Bodendecks

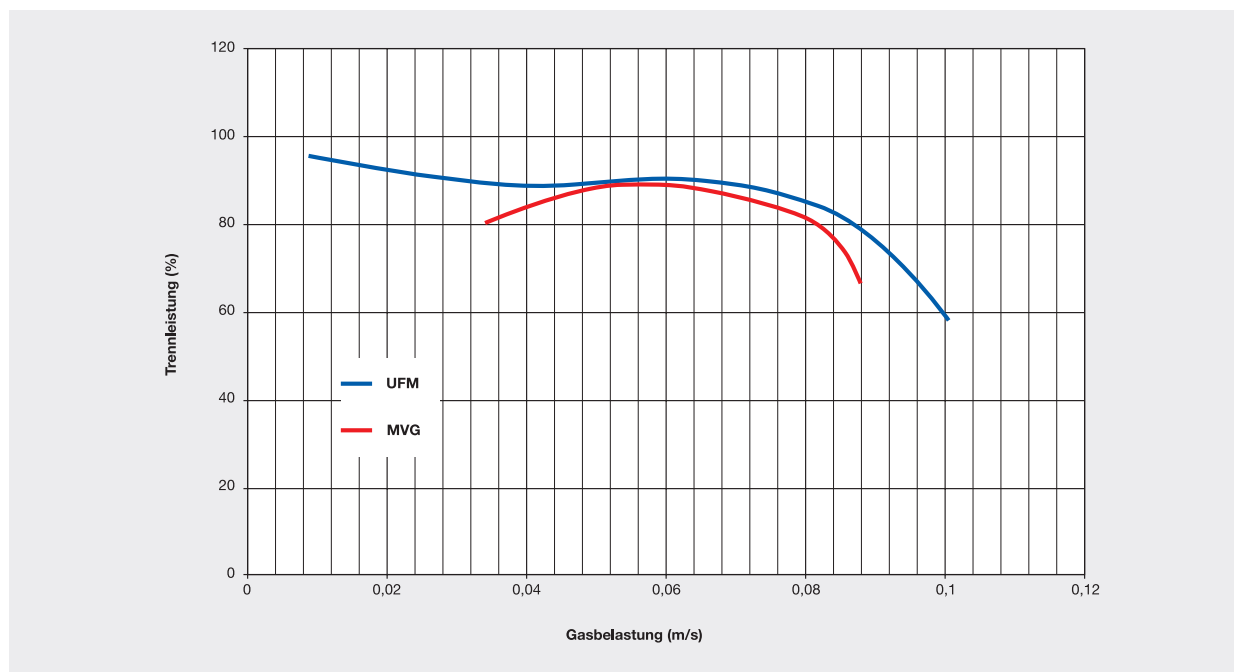
zu sehen, während die Geschwindigkeit oberhalb der Ventile etwa 40% geringer ist als bei konventionellen Ventilen. Diese Simulationsergebnisse lassen eine deutliche Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Trennbodens erkennen. Um die Ergebnisse des CFD-Modells zu bestätigen, wurden die neuen UFM-Ventile in realen Destillationskolonnen umfassend getestet.

Bestätigung durch Tests

Sulzer testete die UFM-Ventilböden zunächst in der Pilotanlage in Winterthur

in einer Kolonne mit einem Durchmesser von 1 m bei Atmosphärendruck mit einer Chlorbenzol/Ethylbenzol-Mischung. Die Ergebnisse wurden mit denen von MVG-Hochleistungstrennböden mit festen Ventilen und identischen Ablaufschächten und Sprudelschichten verglichen (Bild 4). Es zeigte sich, dass die UFM-Ventilböden eine hohe Trennleistung bieten – und das über einen breiteren Betriebsbereich als die MVG-Trennböden mit festen Ventilen. Ausgehend von einer Grundeffizienz von 80% wartet das UFM-Ventil außerdem mit einer etwa 10% höheren Kapazität

4 Die UFM-Trennböden (blau) bieten eine bessere Trennleistung als die erste Generation von Hochleistungsventilen (rot).



als das feste MVG-Ventil auf. Damit ist das UFM das leistungsstärkste Ventil im gesamten Trennbodensortiment von Sulzer. Die ausgezeichnete Leistungsfähigkeit des UFM-Ventils wurde auch

Sulzer hat die UFM-Ventile in über 40 industriellen Kolonnen installiert.

durch Tests eines weltweit anerkannten Instituts zur Prüfung von Fraktionieretechnologien bestätigt.

Fortschrittliche Ventilmerkmale

Das Hauptfunktionsmerkmal des neuen UFM-Ventils ist seine Kappe, die wie ein Schirm geformt ist (Bild 5). Dieser reduziert den senkrechten Impuls des aufsteigenden Dampfes und lenkt ihn auf das Bodendeck um, sodass eine gleichmäßige Verteilung und Durchdringung der Flüssigkeit gewährleistet ist. Dies wiederum maximiert die Kontaktfläche und die damit verbundene Trennleistung. Die Sprudelschichthöhe bleibt niedrig, was zu einem geringeren Flüssigkeitsmitriss und somit einer hohen hydraulischen Kapazität führt. Dieser Kontaktmechanismus, der dem von Glockenböden ähnelt, zeichnet sich außerdem durch ein minimales Durchregnen aus, was eine

konstant hohe Effizienz auch bei geringen Betriebslasten gewährleistet. Dieses Verhalten ist besonders wertvoll für Destillationskolonnen, die aus markt- oder betriebsbedingten Gründen mit Durchsätzen arbeiten müssen, die unter der Auslegungskapazität liegen. Bei einem

solchen Teillastbetrieb führt die geringere Effizienz konventioneller Systeme zu einem höheren Energieverbrauch, was durch den Einsatz der neuen UFM-Hochleistungsventile verhindert werden kann. Weitere Merkmale dieser Ventile sind:

- Zwei breite Schenkel, die dem Ventil Robustheit verleihen, den Verschleiß minimieren und ein Drehen und Herauspringen aus dem Bodendeck verhindern. Dies maximiert die Betriebsdauer und minimiert die Wartungskosten.
- Vier Abstandhalter, die ein Festsetzen der Ventile am Bodendeck verhindern, was die Beständigkeit gegen Ablagerungen (Fouling) erhöht.
- Zwei wählbare Dicken und Höhen zur Optimierung und Maximierung des Betriebsbereichs und der Flexibilität.
- Parallele Anordnung zum Flüssigkeitsstrom, was das hydraulische Gefälle

entlang des Strömungswegs auf dem Trennboden minimiert.

- Kunden können die neuen UFM-Ventile mit anderen von Sulzer entwickelten kapazitäts- und effizienzsteigernden Technologien kombinieren, um eine größtmögliche Trennleistung, hohe hydraulische Kapazität und einen breiten Betriebsbereich zu erzielen.

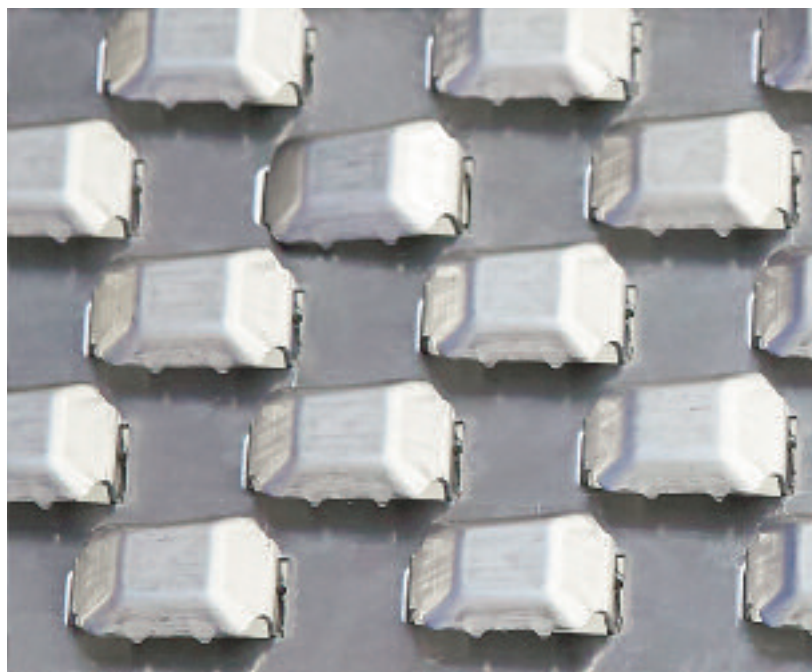
Anwendungsbereiche

Das neue UFM ist ein hochmodernes, bewegliches Mini-Ventil, das sich immer dann eignet, wenn in Destillationskolonnen, Absorbern oder Strippern eine hohe Effizienz, eine hohe Kapazität und ein breiter Betriebsbereich gefordert sind. Dies gilt besonders für:

- Hauptfraktionskolonnen in Raffinerien
- Gaskonzentrationskolonnen in Raffinerien
- Leichtsiederkolonnen in Petrochemieanlagen
- Trennkolonnen auf Gasfeldern für Flüssigerdgas (LPG) oder Erdgaskondensate (NGL)
- Absorber und Regeneratoren in Anlagen zur Entfernung und Anreicherung von sauren Gasen

Seit Einführung des UFM im Jahr 2012 hat Sulzer diese Ventile in über 40 industriellen Kolonnen für den Betrieb bei atmosphärischem Druck und Hochdruck installiert. Sämtliche Kolonnen arbeiten hervorragend – laut Rückmeldungen der Kunden in manchen Fällen sogar besser als erwartet.

5 Das neue bewegliche UFM-Ventil hat die Form eines Schirms.



Giuseppe Mosca
Sulzer Chemtech srl
Piazza Duca D'Aosta 14
20124 Mailand
Italien
Telefon +39 02 667213215
giuseppe.mosca@sulzer.com

Mark Pilling
Sulzer Chemtech USA, Inc.
1 Sulzer Way
Tulsa, OK
USA
Telefon +1 918 447-7652
mark.pilling@sulzer.com