

Brüdenverdichtung: Destillation ohne Heizdampf

DANIEL HÄNGGI
ISTVAN MESZAROS
SULZER CHEMTECH

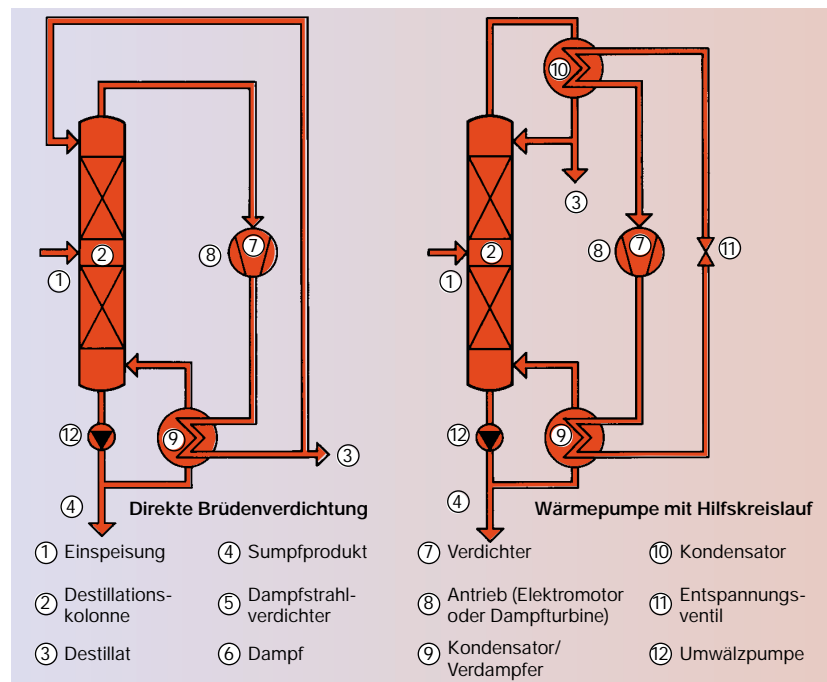
Destillation ist nicht nur die am häufigsten verwendete Trenntechnik in der chemischen und der petrochemischen Industrie, Destillationssysteme sind in vielen Anlagen auch die größten Energieverbraucher. Dieser große Energieverbrauch muß nicht sein: Wärmepumpen «rezyklieren» einen Großteil der eingesetzten Energie, was Umwelt und Geldbeutel schont.

■ In dieser mit Wärmepumpentechnologie ausgestatteten Destillationsanlage der SK Corporation in Ulsan, Südkorea, wird 1-Buten – ein gefragter Rohstoff in der Kunststoffindustrie – von anderen C₄-Verbindungen getrennt. Auslegung und Lieferung der Hauptkomponenten erfolgten durch Sulzer Chemtech.



■ Energiesparen ist eine der wichtigsten Maßnahmen, globale Umweltprobleme wie den Treibhauseffekt in den Griff zu bekommen. Energiesparen lohnt sich jedoch auch finanziell. Neben dem Gewinn durch den kleineren Energieverbrauch werden umweltschonende Technologien je länger, je mehr durch staatliche oder auch EU-Beiträge unterstützt.

Der Einsatz von Wärmepumpen ist eine der besten Möglichkeiten, den Energiebedarf drastisch zu senken. Das Prinzip einer Wärmepumpe besteht darin, die unverwertbare Wärmeenergie von einem tiefen Temperaturniveau auf ein höheres zu fördern, bei dem sie wieder nutzbringend verwendet werden kann. Destillation ist in der Industrie bei weitem das am häufigsten benutzte Verfahren



zum Trennen von Gemischen (Bild 1[■]). Schätzungsweise 300 Millionen Liter Öl werden weltweit täglich dafür eingesetzt. Entsprechend groß ist das Energie-sparpotential.

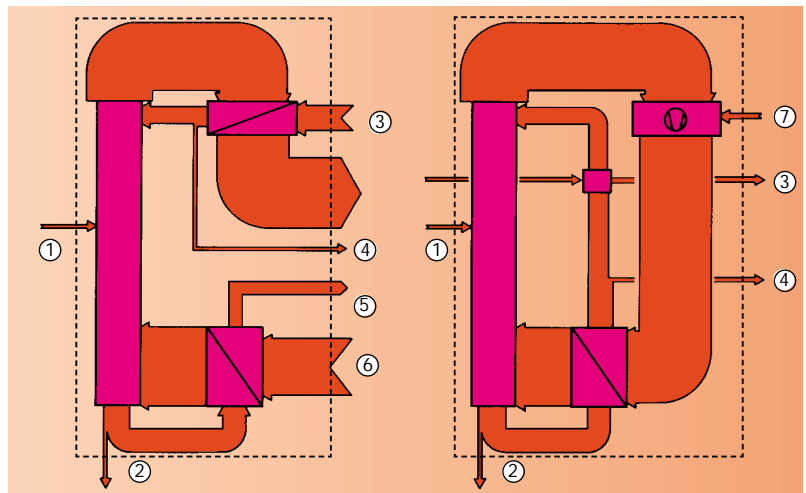
ENERGIE WIEDER NUTZBAR MACHEN

Bild 2[■] zeigt die Vorteile einer Destillationsanlage mit Wärmepumpe im Vergleich zu einer konventionellen Anlage. In dieser wird Energie über den untenliegenden, sogenannten Sumpfverdampfer in das System eingespeist, damit die in der Kolonne zur Trennung benötigte Gasbelastung entsteht. Im wassergekühlten Kondensator werden die Brüden aus der Kolonne verflüssigt. Etwa 95% der Energie, die beim Sumpfverdampfer eingesetzt wurde, verlassen das System, ohne weiter genutzt zu werden.

In einer Destillationsanlage mit Wärmepumpe wird der Sumpfverdampfer mit dem Kondensator gekoppelt. Die Wärmepumpe er-

höht die im Kolonnenkopf vorhandene Energie, die normalerweise abgeführt wird, und speist sie in den Sumpfverdampfer ein. Dieses Verfahren benötigt nur einen Bruchteil der Wärmeenergie im Vergleich zu konventionellen Destillationsanlagen. Im weiteren braucht es weder Heizdampf noch große Mengen an Kühlwasser. Verschiedene Wärmepumpensysteme stehen zur Verfügung (vgl. Kasten «Die wichtigsten Wärmepumpensysteme»).

- ① Zulauf
- ② Sumpfprodukt
- ③ Kühlwasser
- ④ Destillat
- ⑤ Kondensat
- ⑥ Heizdampf
- ⑦ Kompressor-Antriebsleistung



2[■] In einer konventionellen Anlage (links) durchströmen große Energiemengen die Systemgrenze. In einer Anlage mit Wärmepumpe (rechts) hingegen werden nur kleine Energieströme zu- bzw. abgeführt. Der größte Teil der Energie bleibt im System.

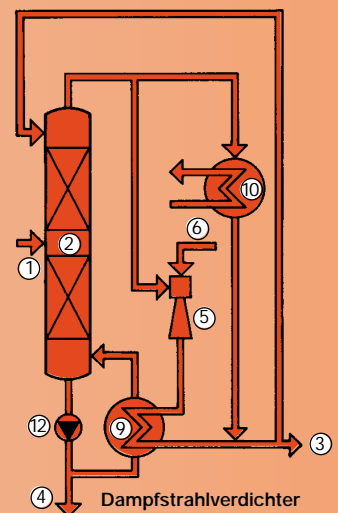
MEHRFACH BEWÄHRTE TECHNIK

Die Technik der Wärmepumpen hat sich bereits unzählige Male in Destillationsanlagen bewährt. Sulzer war und ist in diesem Bereich maßgebend an der Entwicklung beteiligt. Der erste Sulzer-Brüdenverdichter in einem industriellen Trennverfahren wurde bereits vor etwa 120 Jahren installiert. In der Zwischenzeit sind die Systeme laufend weiterentwickelt und verbessert worden.

DIE WICHTIGSTEN WÄRMEPUMPENSYSTEME

Direkte Brüdenverdichtung, Wärmepumpen mit Hilfskreislauf und Dampfstrahlverdichter sind die am häufigsten verwendeten Wärmepumpensysteme in Destillationsanlagen. Die direkte Brüdenverdichtung spart am meisten Energie, der Dampfstrahlverdichter benötigt die niedrigsten Investitionskosten. Bei der direkten Brüdenverdichtung werden die Dämpfe vom Kolonnenkopf so weit komprimiert, daß die resultierende Temperatur zur Beheizung des Sumpfverdampfers ausreicht. Falls das Kopfprodukt zum Verdichten nicht geeignet ist, wie beispielsweise bei der Destillation von Rein-Styrol, werden Wärmepumpensysteme mit einem Hilfskreislauf eingesetzt. Ein Kondensator verflüssigt das Kopfprodukt

und verdampft mit der frei werdenden Energie das Hilfsmedium. Dieses wird mittels Wärmepumpe auf den benötigten Druck verdichtet und im Sumpfverdampfer kondensiert, wobei gleichzeitig das Sumpfprodukt zum Verdampfen gebracht wird. Der Dampfstrahlverdichter, beaufschlagt mit Mitteldruckdampf oder Produktbrüden, komprimiert einen Teil der Kopfdämpfe aus der Kolonne auf den zur Beheizung des Verdampfers erforderlichen Druck. Im Verdampfer selbst werden der Mischdampf kondensiert und mit der frei werdenden Energie das Sumpfprodukt verdampft. Ein Hilfskondensator verflüssigt die restlichen Kopfdämpfe.



Wichtig ist, daß die einzelnen Komponenten des Systems aufeinander abgestimmt werden, denn nicht die Summe der einzelnen Bausteine, sondern deren perfektes Zusammenspiel bestimmt die Höhe der Energieeinsparungen. Diese sind durchwegs eindrucklich. Mit der direkten Brüdenverdichtung kann der Energieverbrauch um bis zu 80% gesenkt werden. In größeren Anlagen kann das finanzielle Einsparungen von mehreren Millionen EUR pro Jahr



3 ■ Dieser einstufige Radial-Turboverdichter von Sulzer eignet sich beispielsweise zur Verdichtung von 1-Buten oder Isobutan.

TYPISCHE ANWENDUNGEN

Wärmepumpensysteme wurden bereits erfolgreich eingesetzt bei:

- 1-Buten
- Chlorbenzol
- Dichlorethylen
- Dimethylformamid
- Ethanol
- Ethylenglykol
- Isobutan
- Isopropanol
- Silan
- Styrol
- Wasserstoffperoxid

Weitere mögliche Anwendungen sind:

- Butanol
- Chlornitrobenzol
- Cumol
- Cyclohexan
- Essigsäure
- Methanol
- Methylphenol (Kresol)
- Phenol
- Xylolole und weitere

bedeuten. Die Investitionen für ein Wärmepumpensystem sind innerhalb weniger Jahre amortisiert, in vielen Fällen sogar innerhalb eines Jahres.

VERDICHTER: ZUVERLÄSSIG UND LANGLEBIG

Das Herzstück des Wärmepumpensystems ist der Verdichter. Je nach Trennaufgabe und Leistung der Anlage werden Turbogebläse, Radial-, Schrauben- oder Axialverdichter als Kompressoren verwendet (Bild 3■). Die Art der Kolonnenfüllung hat einen starken Einfluß auf die Wahl des Verdichters. Geeignete Einbauten wie beispielsweise strukturierte Packungen, Schüttfüllkörper oder in einigen Fällen auch passende Böden verringern den Druckabfall in der

Kolonne und erlauben somit den Einsatz von ein- oder zweistufigen Radialverdichtern.

Die Erfahrung zeigt, daß Kompressoren sehr zuverlässig arbeiten und nur einen minimalen Wartungsaufwand benötigen. Der Einbau einer Wärmepumpe macht die Destillationsanlage zuverlässiger. Sie ist im Gegensatz zu einer konventionellen Anlage nicht davon abhängig, ob die richtige Dampfmenge oder Kühlwassertemperatur jederzeit gewährleistet ist (vgl. Kasten «Einsatzgebiete und Auswahlkriterien»).

Wärmepumpensysteme können sowohl für Neuanlagen konzipiert als auch in bestehende Anlagen

eingebaut werden. Ihr Einsatz ist praktisch überall möglich (vgl. Kasten «Typische Anwendungen»). Sulzer Chemtech verfügt über langjährige Erfahrung bei der Planung, Lieferung und Inbetriebnahme neuer sowie für die Umrüstung bestehender Anlagen. Ω

INFO DIRECT

Sulzer Chemtech AG
Daniel Hänggi, 0600
Postfach 65
CH-8404 Winterthur
Schweiz
Telefon +41 (0)52-262 48 78
Telefax +41 (0)52-262 00 76
E-Mail daniel.haenggi@sulzer.ch

EINSATZGEBIETE UND AUSWAHLKRITERIEN

Für den Einsatz der Sulzer-Wärmepumpentechnologie sprechen folgende Umstände oder Forderungen:

- Energiesparende Lösung für neue und bestehende Anlagen
- Fehlende oder ungenügende Dampf- bzw. Kühlwasserkapazität
- Hohe Kühlwassertemperaturen
- Hohe Zuverlässigkeit
- CO₂-Steuern und Umweltmanagementsysteme, z. B. ISO 14 000

Äußerst wirtschaftlich sind Wärmepumpen bei Anlagen mit:

- Größeren Verdampferwärmeleistungen ab 2 MW
- Kleinen Temperaturdifferenzen zwischen Kopf- und Sumpfpunkt von weniger als 40 °C