

Ein Beitrag zur Energieeinsparung

Einsatz von Mengengrenzungsventilen

Günter Feldle, Gundelfingen

In der industriellen Kältetechnik haben sich aufgrund des gesteigerten Umweltbewußtseins hermetisch dichte Pumpen durchgesetzt. Gesetzliche Auflagen auf der einen Seite und ein gesteigertes Bewußtsein für die Gesamtkosten an Pumpen auf der anderen Seite haben diesen Trend beschleunigt. Spaltrohrmotorpumpen sind aufgrund ihrer konstruktiven Eigenschaften geradezu prädestiniert, in der Kältetechnik mit Flüssiggasen, wie Ammoniak oder synthetischen Kältemitteln, eingesetzt zu werden.

Funktionsprinzip

Spaltrohrmotorpumpen sind gekennzeichnet durch ein kompaktes, integrales Aggregat [1], [2]. Motor und Pumpe sind eine Einheit, wobei der Rotor und das Laufrad

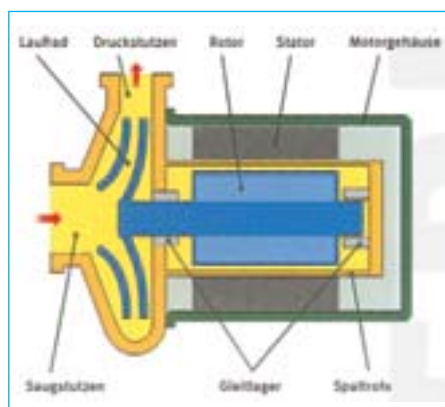


Bild 1 Schematische Darstellung einer Spaltrohrmotorpumpe

auf einer gemeinsamen Welle angeordnet sind. Der Läufer wird durch zwei baugleiche, mediumgeschmierte Gleitlager geführt. Der Stator des Antriebsmotors wird durch ein dünnes Spaltrohr vom Rotorraum getrennt. Bild 1 zeigt den schematischen Aufbau einer Spaltrohrmotorpumpe.

Der Rotorraum seinerseits bildet mit dem Hydraulikteil der Pumpe einen gemeinsamen Raum, welcher sich in Betrieb mit dem Fördermedium füllt. Die Verlustwärme des Motors wird durch einen Teilstrom zwischen Rotor und Stator abgeführt. Gleichzeitig schmiert der Teilstrom die beiden hydrodynamischen Gleitlager im Rotorraum.

Neben dem Spaltrohr als hermetisch dichtem Bauteil stellt das Motorgehäuse eine zweite Sicherheitshülle dar. Dies zeichnet die Spaltrohrmotorpumpe neben der kurzen kompakten Bauart und dem sehr niedrigen Geräuschpegel gegenüber anderen dichtungslosen Pumpen aus. Spaltrohrmotorpumpen haben deshalb im Zweifelsfall bei gefährlichen, toxischen, explosiven und wertvollen Medien immer die besseren Voraussetzungen.

HERMETIC-Pumpen sind in sich völlig geschlossene Kreiselpumpen ohne jegliche Wellenabdichtung, bei denen der Antrieb auf elektromagnetischem Weg über den sogenannten Spaltrohrmotor erfolgt. Je nach Förderaufgaben werden einstufige oder mehrstufige Spaltrohrmotorpumpen eingesetzt.

Einstufige Spaltrohrmotorpumpen CNF

Die Baureihe CNF wurde speziell zur Flüssiggasförderung entwickelt (Bild 2). Mit dieser einstufigen Pumpenausführung können auch Flüssiggase mit extrem stei-

zum Autor

Dr. Günter Feldle,
Verkaufs- und Vertriebsleitung,
HERMETIC-Pumpen GmbH,
Gundelfingen



ler Dampfdruckkurve gefördert werden und zwar ohne externe Rückführung des Teilstroms in den Zulaufbehälter bzw. Abscheider.

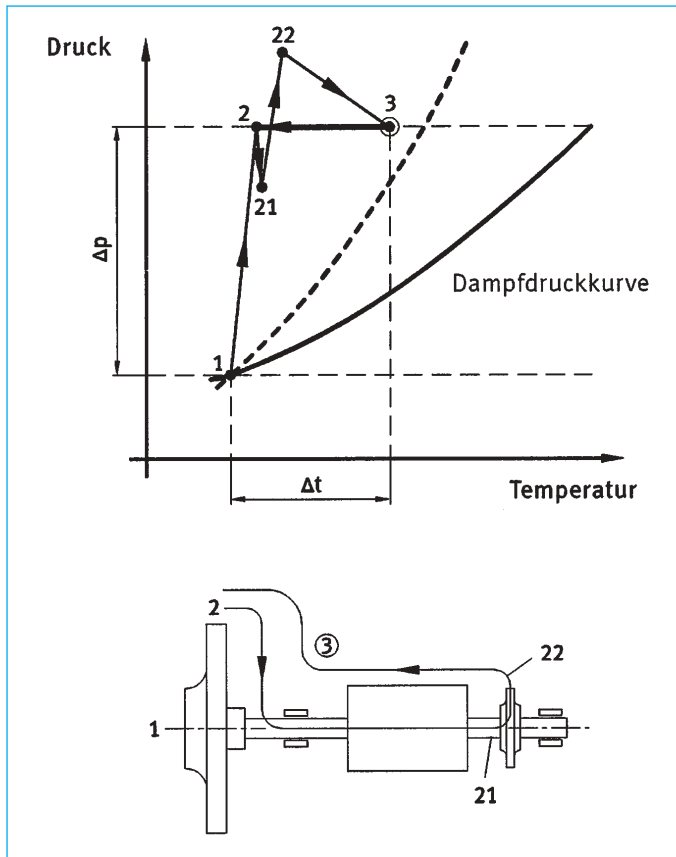
Der Teilstrom zur Kühlung des Motors und Schmierung der Lager wird an der Peripherie des Laufrades über einen Ringfilter abgezweigt und nach Durchströmen des Motors wieder auf die Druckseite zurückgeführt.

Ein Hilfslaufrad dient zur Überwindung der auf diesem Weg anfallenden hydraulischen Verluste. Durch die Teilstromrückführung zur Druckseite hat der der größten Erwärmung entsprechende Punkt 3 im Druck-Temperatur-Diagramm (Bild 3) genügend Abstand von der Siedelinie. Unter sonst gleichen Bedingungen können daher mit dem Modell CNF auch Flüssiggase mit extrem steiler Dampfdruckkurve gefördert werden (gestrichelte Linie in Bild 3).



Bild 2 Modellreihe CNF

Bild 3 Druck-Temperatur-Diagramm bei Teilstromrückführung zur Druckseite



Absicherungen von Spaltrohrmotorpumpen

Üblicherweise werden HERMETIC-Pumpen in der industriellen Kältetechnik mit Blenden abgesichert. Eine Blende Q_{\min} sichert den erforderlichen Mindestdurchfluß zur Abfuhr der Motorverlustwärme.

Die Blende Q_{\max} stellt sicher, daß der Mindstdifferenzdruck im Rotorraum, welchen man zur Stabilisierung des axialen hydraulischen Axialschubausgleichs und zur Vermeidung als Teilstromverdampfung benötigt, aufrechterhalten wird. Des Weiteren verhindert diese Blende ein Abreißen des Förderstromes, falls nur eine gewisse Mindestzulaufhöhe zur Verfügung steht.

Alternativ zu Q_{\max} kann auch ein Mengbegrenzungsventil eingesetzt werden. Das Mengbegrenzungsventil von HERMETIC wurde speziell für Kältemittelanlagen entwickelt. Diese Ventile ermöglichen den sicheren Betrieb von Pumpen in einem Bereich, der für Pumpen mit Q_{\max} -Blenden normalerweise nicht möglich ist. Bild 7 zeigt den zusätzlichen Betriebsbereich an, den man bei der Verwendung eines Mengbegrenzungsventils anstatt einer Q_{\max} -Blende erhält. Dies bedeutet eine höhere Förderhöhe und größere Fördermengen bei gleichbleibendem Schutz gegen Kavitation und Motorüberlastung.

Oftmals kann auch eine kleinere, preisgünstigere Pumpe eingesetzt werden, oder bei mehrstufigen Pumpen eine Stufe weniger angeboten werden. Neben der Kosteneinsparung durch eine kostengünstigere Pumpe hat das Mengbegrenzungsventil auch den Vorteil der dauerhaften

Mehrstufige Spaltrohrmotorpumpen CAM(R)

Die Baureihen CAM (Bild 4) und CAMR (Bild 5) wurden ebenfalls speziell für die Kältetechnik entwickelt. Außerordentlich günstige NPSH-Werte ermöglichen, je nach Pumpentyp, Umwälzleistungen bis zu 14 m³/h bei einer Zulaufhöhe von nur 1,0 m. Die Pumpen können als 2- bis 5stufige Aggregate geliefert und sowohl für Ammoniak, als auch für synthetische Kältemittel eingesetzt werden.

Die Maschinen sind durch mehrere Klassifikationsgesellschaften geprüft und auch zum Einsatz auf Schiffen zugelassen. Die CAMR mit radialem Saugstutzen ist besonders für sogenannte Kompaktanlagen mit kleinen Sammelbehältern geeignet. Durch die Möglichkeit der saugseitigen Entgasung ist die Pumpe nach einer Abschaltung schneller betriebsbereit. Die Pumpe kann platzsparend direkt unter dem Behälter hängend befestigt werden.

Der Teilstrom zur Kühlung des Motors und zur Schmierung des Lagers wird nach dem letzten Laufrad auf der Druckseite entnommen und durch den Motorraum ge-

führt. Er wird durch die Hohlwelle nicht zur Saugseite der Pumpe, sondern zwischen 2 Laufrädern in ein Gebiet mit erhöhtem Druck zurückgeführt (Bild 6). Der der größten Erwärmung entsprechende Punkt 3 im Druck-Temperatur-Diagramm hat so genügend Abstand von der Dampfdruckkurve, um ein Vergasen innerhalb der Pumpe auszuschließen.

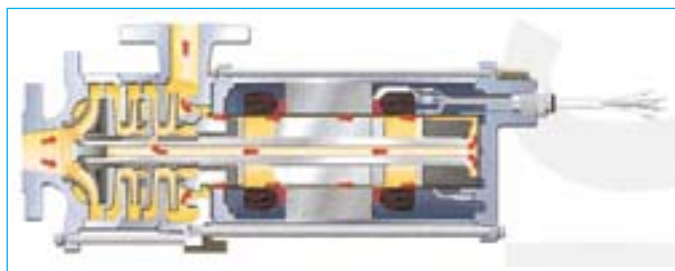


Bild 4 Modellreihe CAM

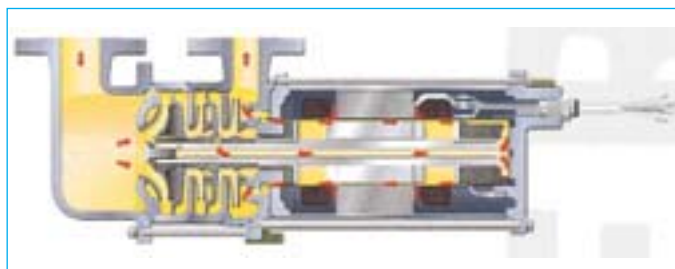
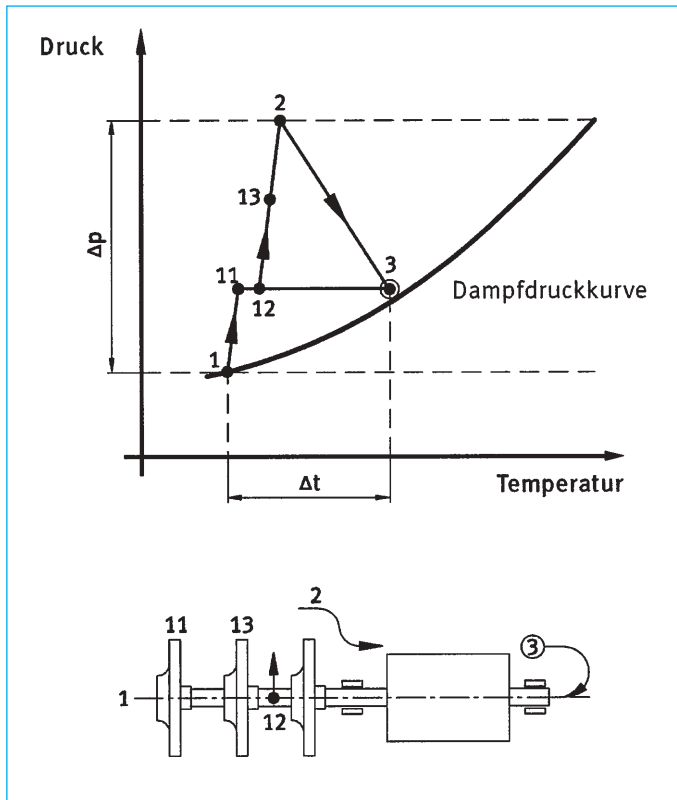


Bild 5 Modellreihe CAMR

Bild 6 Druck-Temperatur-Diagramm bei Teilstromrückführung zwischen den Stufen



Druckdifferenz die Feder zusammengedrückt wird, d. h. die speziell geformten Öffnungen werden zu einem Teil freigegeben.

Verringert sich der Druckunterschied vor und hinter dem Ventil, so drückt die Feder den Kolben entsprechend der sich ändernden Druckdifferenz zurück und gibt damit einen größeren Teil der Öffnung frei. Steigt die Druckdifferenz über den festgelegten Maximalwert (Druckkompensationsbereich, generell 8 bar) hinaus, so wird die Feder bis zum Anschlag zusammengedrückt und das Ventil arbeitet dann wie eine feststehende Blende. Das gleiche gilt bei einer Unterschreitung eines erforderlichen Mindestdruckes.

Betrieb

Das Mengenbegrenzungsventil muß während des Betriebes mit Flüssigkeit gefüllt sein. Der Betrieb des Ventils ist abhängig von den Stoffdaten des Fördermediums. Es ist deshalb wichtig, daß bei einer Bestellung des Ventils vollständige Angaben über die Charakteristik des Fördermediums in dem zu regelnden Betriebsbereich vorhanden sind. Die Dichte des Fördermediums ist das wichtigste Merkmal für die korrekte Auslegung eines Ventils.

Zusammenfassung

Der Einsatz von hermetischen Pumpen gegenüber konventionellen, offenen Pumpen

Energieeinsparung. Die Fläche zwischen der Pumpenkennlinie mit Q_{max} -Blende und Mengenbegrenzungsventil stellt somit auch eine Energieeinsparung dar.

Da die Anschaffungskosten einer Pumpe nur 5 bis 10 % der Lebenszykluskosten ausmachen, die Energiekosten jedoch bis 80 % betragen können, ist dies ein zusätzliches Kriterium, das Mengenbegrenzungsventil anstatt einer Q_{max} -Blende einzusetzen [3], [4], [5], [6].

Anwendungsbereich

Das Mengenbegrenzungsventil wird auf den Pumpendruckstutzen montiert. Dadurch entfallen die für die Q_{max} -Blende notwendigen Gegenflansche. Es begrenzt die maximale Fördermenge der Pumpe. Im Gegensatz zur Q_{max} -Blende steht jedoch bei der Fördermenge $< Q_{max}$ nahezu der volle Förderdruck der Pumpe nach dem Ventil zur Verfügung.

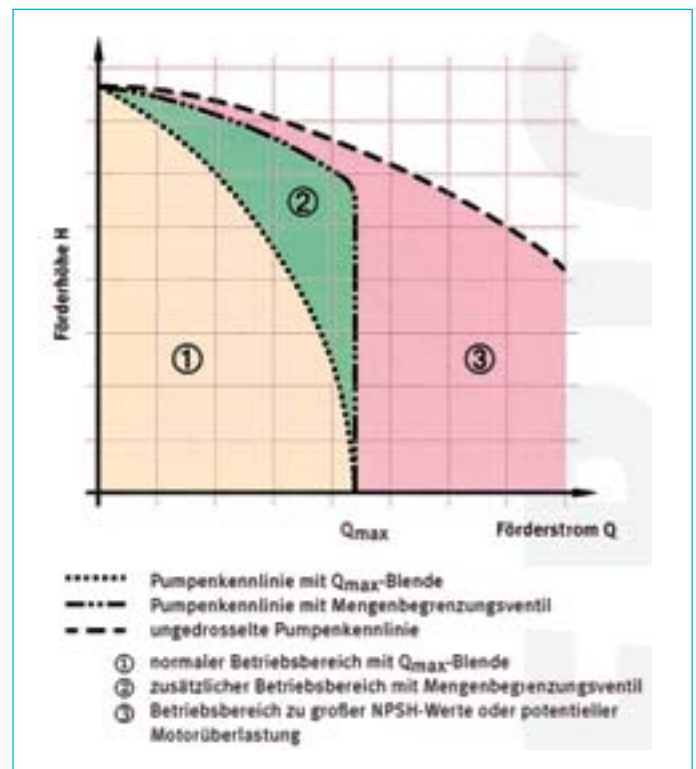
Das Mengenbegrenzungsventil regelt den Förderstrom so, daß die maximale Fördermenge nicht überschritten wird. Dies schützt die Pumpe vor einer Überlastung und hält den Förderstrom innerhalb des optimalen NPSH-Bereichs der Pumpe (siehe Diagramm Bild 7).

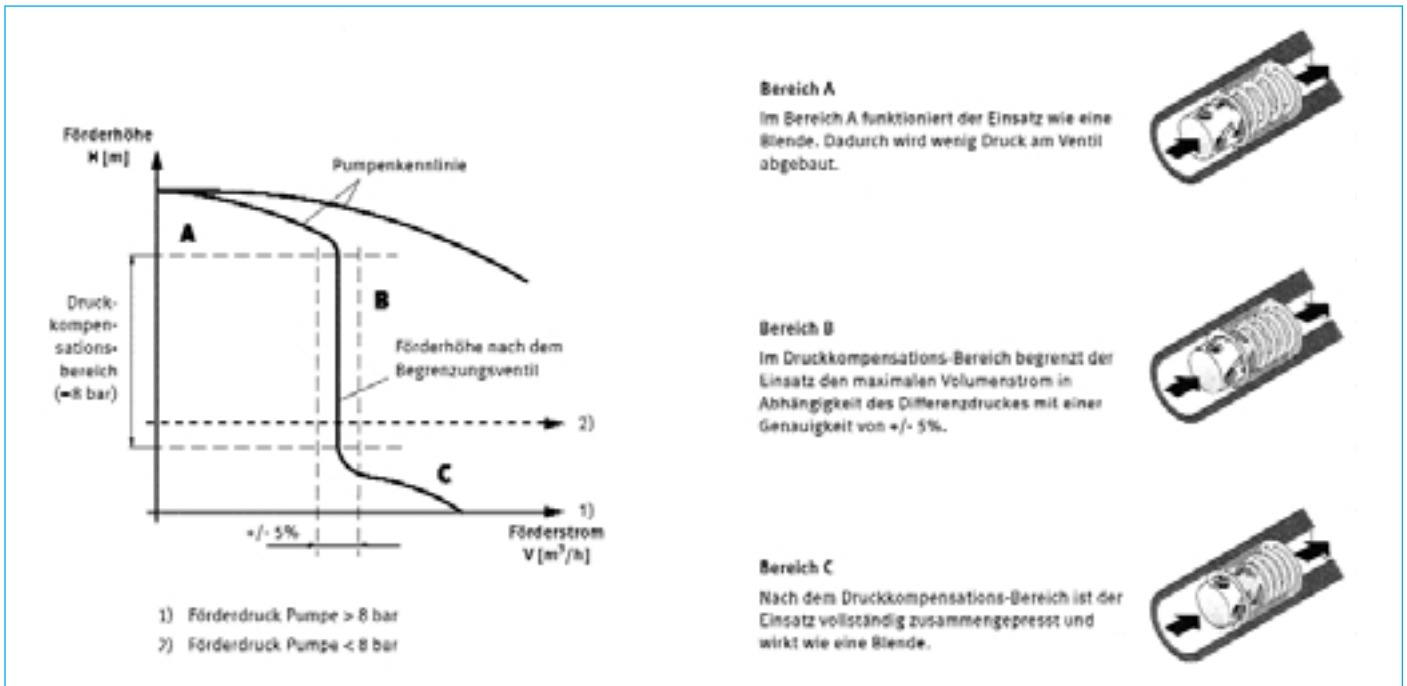
Arbeitsweise

Die Durchflußbegrenzung wird durch speziell geformte Öffnungen in einem unter

Federspannung stehenden, beweglichen Kolben erreicht (Bild 8). Durch den Druckunterschied vor und hinter dem Kolben wird dieser so bewegt, daß durch die Öffnungen nur die entsprechende Menge fließt. Daraus folgt, daß bei steigender

Bild 7 Pumpenkennlinien mit und ohne Q_{max} -Absicherung





in der industriellen Kältetechnik hat sich durchgesetzt. Die Beschaffung von Kreiselpumpen beinhaltet heute auch die Betrachtung der Lebenszykluskosten. Die Anschaffungskosten sind nur ein Bruchteil der Gesamtkosten, die eine Kreiselpumpe im Laufe ihrer Lebenszeit verursacht. Der Einsatz von Mengenbegrenzungsventilen in der industriellen Kältetechnik ist ein

weiterer Beitrag, die Gesamtkosten von Spaltrohrmotorpumpen zu reduzieren. □

Literatur

[1] Krämer, R.: Förderung von Kältemitteln mit hermetischen Kreiselpumpen, Klima, Kälte, Heizung, Heft 9/85.
 [2] Krämer, R.: Hermetisch dichte Pumpen mit hoher Verfügbarkeit – eine wirtschaftliche Alternative zu Pumpen mit Gleitringdichtungen, Pumpen + Kompressoren, Vulkan-Verlag, Essen, Heft 2/95.

[3] Ost, K.: Reduzierung der Lebenszykluskosten von Kreiselpumpen, Industripumpen + Kompressoren, Heft 1, März 2001, S. 19–22.
 [4] Hennecke, F. W.: Anforderung eines Betreibers – Auswahl und Instandhaltung von Pumpen in chemischen Anlagen, Vortrag Universität Graz, April 2000.
 [5] Krämer, N.: Lebenszykluskostenvergleich zwischen hermetisch dichten Pumpen und konventionellen Kreiselpumpen auf Gleitringdichtungsbasis, Diplomarbeit Universität Kaiserslautern, Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Prof. Hellmann, 1999.
 [6] Hennecke, F. W.: Der Lebenszyklus entscheidet, Process-Magazin für Chemie und Technik, Oktober 1997, S. 68–69.