

FACHBERICHT

Einsatz von Mengenbegrenzungsventilen – Ein Beitrag zur Energieeinsparung

Dr. G. Feldle

Einsatz von Mengenbegrenzungsventilen – Ein Beitrag zur Energieeinsparung

Dr. G. Feldle

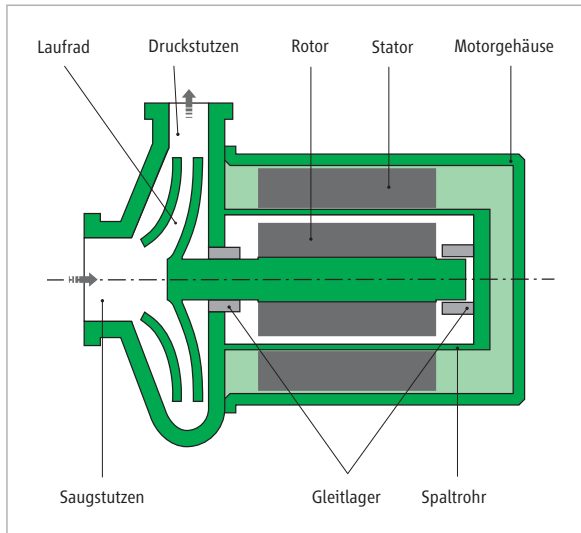


Abbildung 1: Schematische Darstellung einer Spaltrohrmotorpumpe

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 Freon, eingesetzt zu werden.

1. FUNKTIONSPRINZIP

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

Einsatz von Mengenbegrenzungsventilen –
Ein Beitrag zur Energieeinsparung

Dr. G. Feldle

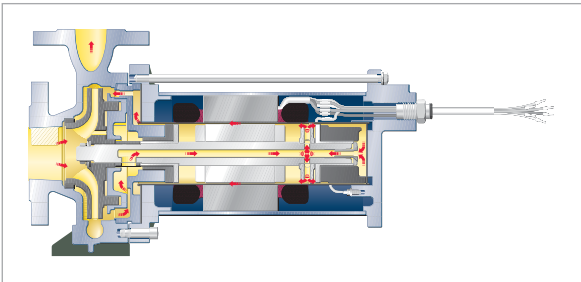


Abbildung 2: Modellreihe CNF

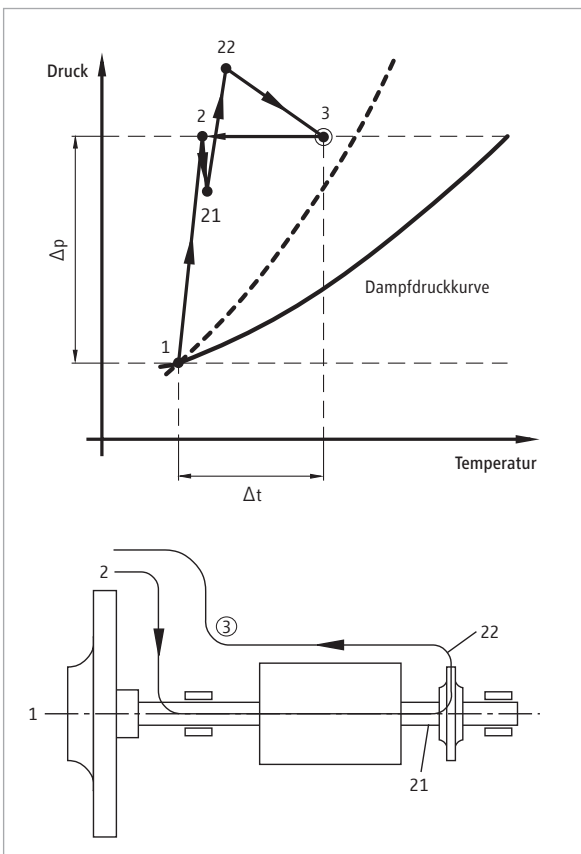


Abbildung 3: Druck-Temperatur-Diagramm bei Teilstromrückführung zur Druckseite

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. [Abbildung 2] Mit dieser einstufigen Pumpenausführung können auch Flüssiggase mit extrem steiler Dampfdruckkurve gefördert werden und zwar ohne externe Rückführung des Teilstrom 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 [Abbildung 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 Abbildung 3].

Mehrstufige Spaltrohrmotorpumpen CAM(R)

Die Baureihen CAM [Abbildung 4] und CAMR [Abbildung 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 5-stufige Aggregate geliefert und sowohl für Ammoniak, als auch für Freone eingesetzt werden. Die Maschinen sind durch mehrere Klassifikationsgesellschaften geprüft und



Einsatz von Mengenbegrenzungsventilen –
Ein Beitrag zur Energieeinsparung

Dr. G. Feldle

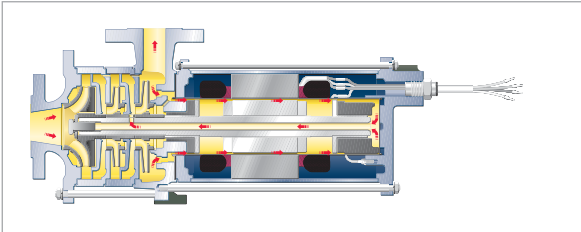


Abbildung 4: Modellreihe CAM

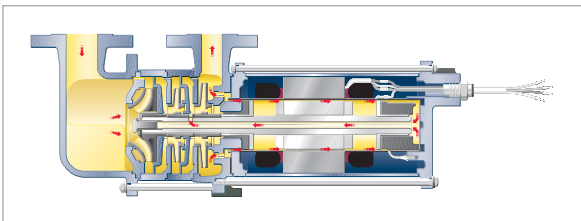


Abbildung 5: Modellreihe CAMR

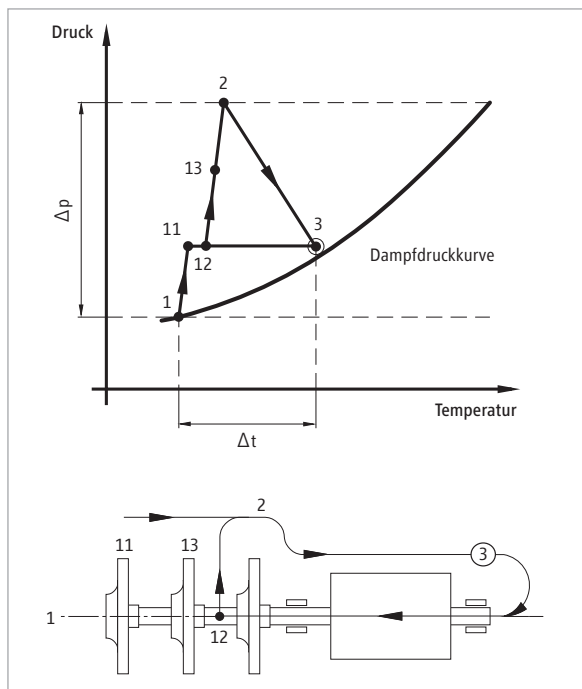


Abbildung 6: Druck-Temperatur-Diagramm bei Teilstromrückführung zwischen den Stufen

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 geführt. Er wird durch die Hohlwelle nicht zur Saugseite der Pumpe, sondern zwischen 2 Laufrädern in ein Gebiet mit erhöhtem Druck zurückgeführt [Abbildung 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.

2. ABSICHERUNGEN VON SPALTROHR-MOTORPUMPEN

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

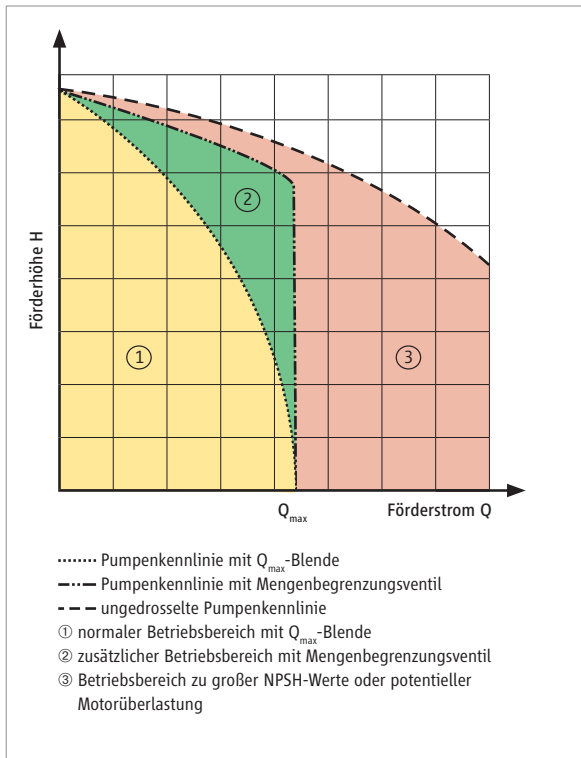
Die Blende Q_{max} stellt sicher, dass der Minstdifferenzdruck im Rotorraum, welchen man zur Stabilisierung des axialen hydraulischen Schubausgleichs und zur Vermeidung der Teilstromverdampfung benötigt, aufrechterhalten wird. Des weiteren verhindert diese Blende ein Abreißen des Förderstromes, falls nur eine gewisse Mindestzulaufhöhe zur Verfügung steht.

Alternativ zu Q_{max} kann auch ein Mengenbegrenzungsventil eingesetzt werden. Das Mengenbegrenzungsventil 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. Abbildung 7 zeigt den



Einsatz von Mengenbegrenzungsventilen –
Ein Beitrag zur Energieeinsparung

Dr. G. Feldle

Abbildung 7: Pumpenkennlinien mit und ohne Q_{\max} -Absicherung

zusätzlichen Betriebsbereich an, den man bei der Verwendung eines Mengenbegrenzungsventils 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 Mengenbegrenzungsventil auch den Vorteil der dauerhaften 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 zu 80 % betragen können, ist dies ein zusätzliches Kriterium, das Mengenbegrenzungsventil anstatt einer Q_{\max} -Blende einzusetzen /3/, /4/, /5/, /6/.

3. 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. [Abbildung 7]

Einsatz von Mengenbegrenzungsventilen –
Ein Beitrag zur Energieeinsparung

Dr. G. Feldle

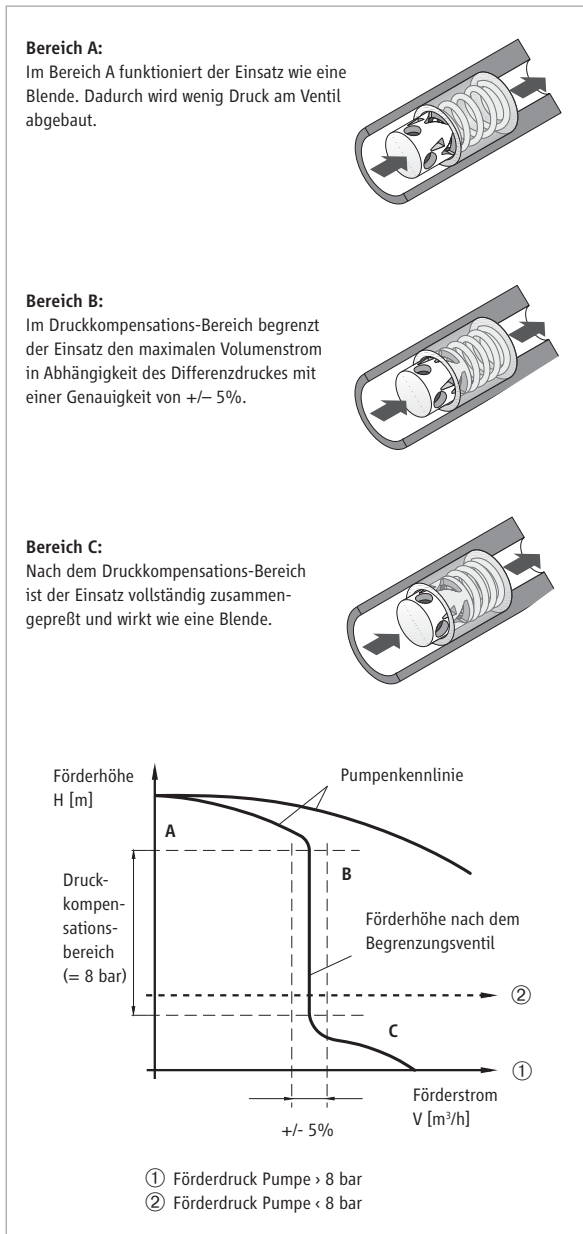


Abbildung 8: Funktionsschema des Mengenbegrenzungsventils

4. ARBEITSWEISE

Die Durchflussbegrenzung wird durch speziell geformte Öffnungen in einem unter Federspannung stehenden, beweglichen Kolben erreicht. [Abbildung 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 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.

5. 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.



Einsatz von Mengenbegrenzungsventilen –
Ein Beitrag zur Energieeinsparung

Dr. G. Feldle

ZUSAMMENFASSUNG

Der Einsatz von hermetischen Pumpen gegenüber konventionellen, offenen Pumpen 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
Industriepumpen + 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

Einsatz von Mengenbegrenzungsventilen –
Ein Beitrag zur Energieeinsparung

Dr. G. Feldle

- /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