

Industriepumpen + Kompressoren

Zeitschrift für die Praxis der Pumpen- und Kompressorentechnik

Doppel-Schlauchmembranpumpe – Hidden Champion im Bereich Kohlevergasung

Heinz M. Nägel

Sonderdruck aus „Industriepumpen + Kompressoren“, 14. Jahrgang, Heft 2 · 2009, Seiten 69–73

Doppel-Schlauchmembranpumpe – Hidden Champion im Bereich Kohlevergasung

Heinz M. Nägel

Doppel-Schlauchmembranpumpen empfehlen sich nicht nur zur Förderung aggressiver und/oder abrasiver Flüssigkeiten und Suspensionen unterschiedlicher Viskosität, sondern finden in hygienegerechter Ausführung auch Einsatz in der Lebensmittel- und Steriltechnik. Darüber hinaus haben sie sich in der Kohlevergasungs-Industrie fest etabliert, wie der folgende Beitrag zeigt.

Hier wird ihre Wirkungsweise erläutert zusammen mit den zugehörigen Förderventilen und Pulsationsdämpfern. Vorgestellt wird auch die Möglichkeit der Zustandsüberwachung der Schlauchmembranpumpe mit einem Rundum-Diagnosesystem bestehend unter anderem aus Schlauchmembranüberwachung und einem Valve Performance Monitoring System.

Für die Vergasung von Kohle wurden unterschiedliche Verfahren entwickelt, die den verschiedenen Kohlearten sowie den jeweiligen Endproduktion gerecht werden. Zur Herstellung von chemischen Düngemitteln oder sonstigen Chemikalien wird überwiegend das General Electric-Flugstromvergasungsverfahren (**Bild 1**) angewandt, das ursprünglich von Texaco in den USA entwickelt wurde. China verfügt über eine besondere große Anzahl von Kohlevergasungsanlagen. Diese verarbeiten

täglich jeweils zwischen 360 und 2.000 Tonnen Kohle bei einem Vergasungsdruck von 2,6 bis 8,6 MPa. Das auf diese Weise produzierte Synthesegas wird in erster Linie zur Herstellung von Ammoniak, Methanol, Essigsäure sowie zur Energieerzeugung verwendet.

Pumpen sind das Herz der Anlagen

Die Effizienz von Kohlevergasungsanlagen ist zum großen Teil von der Ver-

fügarkeit und Zuverlässigkeit der Pumpen abhängig, die den Kohleschlamm in den Reaktor fördern. Dabei kommen in der Regel positive Verdrängerpumpen zum Einsatz, von denen nicht nur ein Maximum an Verfügbarkeit, sondern auch eine höchstmögliche Genauigkeit in Bezug auf die Speisemenge erwartet wird. Mit einer vernünftigen Redundanz und umfassenden Diagnosesystemen verdrängen Doppel-Schlauchmembranpumpen dabei traditionelle Membranpumpen

Bild 1: Vereinfachter Kohlevergasungs-Prozess

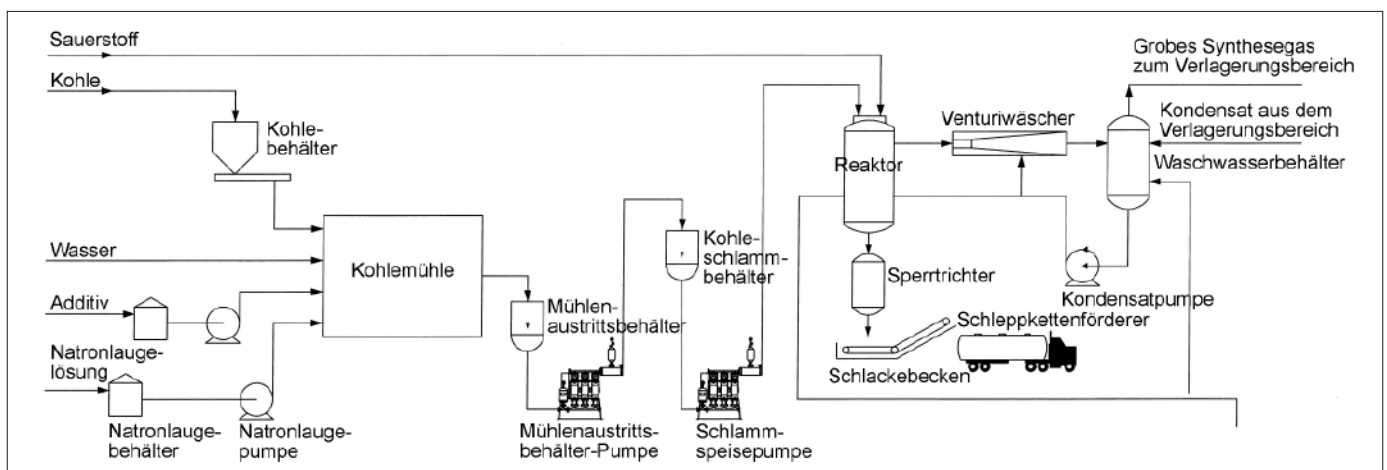




Bild 2: Doppel-Schlauchmembranpumpen im Einsatz

Das Herz dieser leckfreien, oszillierenden Verdrängerpumpe bilden zwei ineinander angeordnete Schlauchmembranen, obwohl die Pumpe nur eine benötigt, um voll funktionstüchtig zu sein. Das Produkt strömt geradlinig durch das Schlauchinnere und kommt darüber hinaus nur mit den Förderventilen direkt in Berührung. Doppel-Schlauchmembranpumpen verzichten ganz auf die traditionelle Flachmembrane und erlauben daher eine schlanke, zylindrische Bauform der Pumpenköpfe mit insgesamt reduzierten Abmessungen (**Bild 3**).

Evolution der Doppel-Schlauchmembranpumpen

Bei *Kolbenmembranpumpen* erfolgt die Trennung von Fördermedium und hydraulischem Antriebssystem durch eine Elastomermembrane. Produkte mit stark auskristallisierendem Charakter verursachen vielfach eine frühzeitige Membranzerstörung, weil sich Feststoffe zwischen Membrane und Haltering absetzen können. Dabei kommt das Fördermedium sowohl mit der Flachmembrane als auch dem Pumpengehäuse in Berührung. Im Schadensfall (Membranausfall) gelangt das oft aggressive Medium in den hydraulischen Steuerbereich, so dass ein erheblicher Zeit- und Kostenaufwand für Reinigung und Reparatur entsteht.

Doppel-Membranpumpen wurden zum Schutz vor derartigen Schäden mit zwei hydraulisch gekoppelten Flachmembranen entwickelt. Aufbau und Wirkprinzip entsprechen dem der Kolbenmembranpumpe. Aber auch bei Doppel-Membranpumpen kommt das Fördermedium unmittelbar mit der Flachmembrane und dem Pumpengehäuse in Berührung. Das Gehäusematerial muss daher unbedingt gegen das Fördermedium beständig sein. Darüber können sich Feststoffe entlang der Membraneinspannung absetzen und diese bis zum Bruch schädigen.

Schlauch-Membran-Kolbenpumpen gewährleisten die hermetische Trennung von Medium und Hydrauliksystem durch die Kombination der Flachmembrane mit einer zusätzlichen Schlauchmembrane. Entgegen traditionellen Kolbenmembranpumpen wird das För-

in zunehmendem Maße. Sie werden nicht nur im Hochdruckbereich eingesetzt, d. h. um den Kohleschlamm vom Zwischenbehälter in den Reaktor zu speisen, sondern auch im Niederdruckbereich, um den Kohleschlamm in den Zwischenbehälter zu pumpen (**Bild 2**).

Doppel-Schlauchmembranpumpen haben sich in der Kohlevergasungs-Industrie inzwischen fest etabliert. Alleine

in China sind derzeit 28 verschiedene Kohlevergasungsanlagen mit 96 Hochdruckpumpen in Betrieb. Sie fördern stündlich 6.191 m³ Kohleschlamm, aus dem ca. 8,6 Mio. Kubikmeter Synthesgas (in Bezug auf CO₂ und H) produziert werden. Dies wiederum entspricht einem Tagesvolumen von 205,44 Millionen Kubikmetern. Darüber hinaus werden aus dem täglichen Kohlevolumen 49.440 Tonnen Methanol gewonnen.

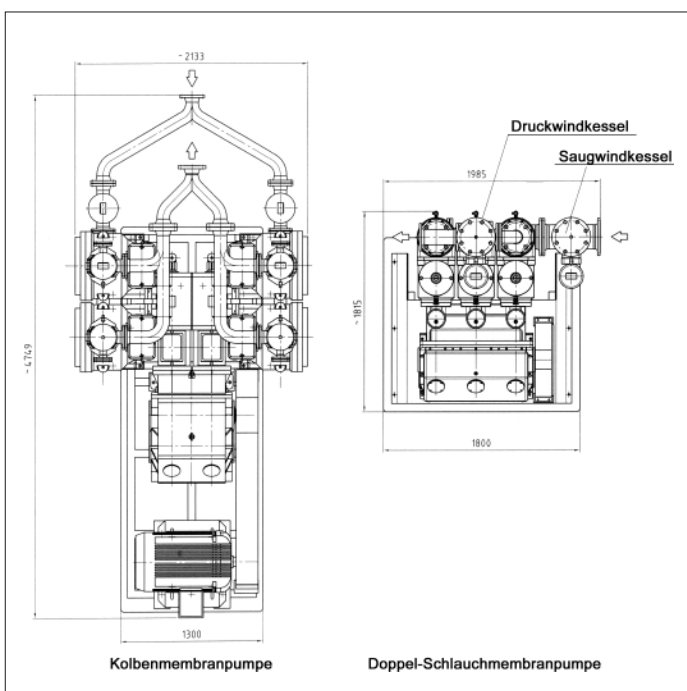


Bild 3: Vergleich der Baugrößen

dermedium dabei in einer geradlinigen Strömung durch die Schlauchmembrane geleitet und kommt lediglich mit dem Inneren der Schlauchmembrane und den Förderventilen in Berührung. Selbst bei Versagen der Schlauchmembrane kann der Betrieb quasi als Kolbenmembranpumpe bis zum nächsten geplanten Anlagenstillstand fortgesetzt werden.

Doppel-Schlauchmembranpumpen

(Bild 4) gelten als zweite Generation der Schlauch-Membran-Kolbenpumpen, verzichten jedoch ganz auf die Verwendung von Flachmembranen. Prinzipiell handelt es sich dabei um hermetisch dichte, leckfreie, oszillierende Verdrängerpumpen mit doppelter Trennung von Flüssigkeits- und Antriebsende durch zwei ineinander angeordnete, hydraulisch gekoppelte Schlauchmembranen.

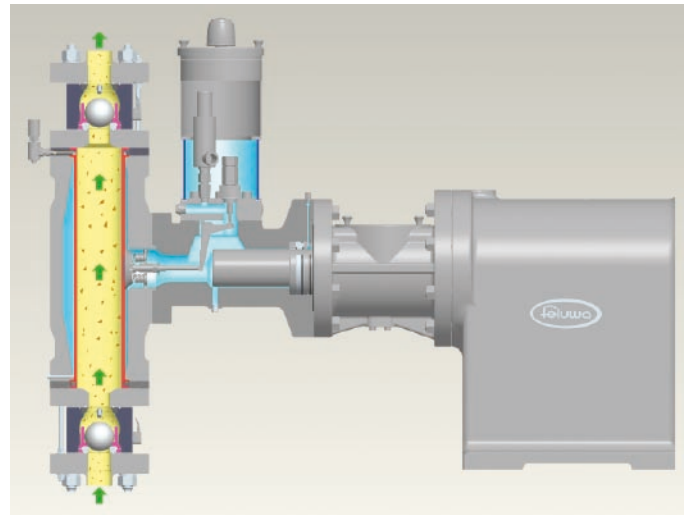
Ablagerungen, wie sie an der Membraneinspannung konventioneller Membranpumpen vorkommen, gibt es demzufolge nicht. Ein entscheidender Vorteil der Konstruktion liegt im geraden Durchgang, was sich bei der Förderung von Medien, die aggressiv, abrasiv oder mit Feststoffen durchsetzt sind, strömungstechnisch besonders günstig auswirkt.

Das Produkt kommt nur mit dem Schlauchinneren und den Förderventilen direkt in Berührung. Bei Undichtigkeit einer Schlauchmembrane kann die Pumpe mit der zweiten Membrane hermetisch dicht weiterarbeiten. Die Zahl der benetzten Teile und das Volumen der Hydraulikräume sind dabei auf ein Minimum reduziert. Doppel-Schlauchmembranpumpen werden überwiegend in Triplex-Ausführung mit um 120 Grad versetzten Kurbelwellen gebaut. Daraus resultieren ein kontinuierlicher Förderstrom und ein hoher Schutz vor Sedimentationen.

Wirkungsweise

Anders als bei mechanisch angetriebenen Schlauchpumpen (peristaltischen Pumpen) wird die Schlauchmembrane nicht zusammengequetscht, sondern macht je Hub lediglich eine geringe, etwa mit einer menschlichen Arterie vergleichbare Bewegung. Die weg-

Bild 4: Doppel-Schlauchmembranpumpe



gesteuerte, elastische Verformung der Schlauchmembranen erfolgt konzentrisch und ist stets gleichbleibend. Die Lebensdauer der Schlauchmembranen ist um ein Vielfaches höher als die herkömmlicher Flachmembranen (sehr gute MTBF (mean time before failure)- und MTBR (mean time before repair)-Werte). Aufgrund der hydraulischen Abstützung werden die Schlauchmembranen auch bei relativ hohem Betriebsdruck nur einer vernachlässigbar geringen Belastung ausgesetzt. Dabei ist das hydraulische Betätigungssystem durch das Schlauchmembran-Paar vollkommen von dem Flüssigkeitsende abgegrenzt.

Doppel-Schlauchmembranpumpen erfüllen alle Kriterien einer hermetisch dichten, leckfreien, oszillierenden Ver-

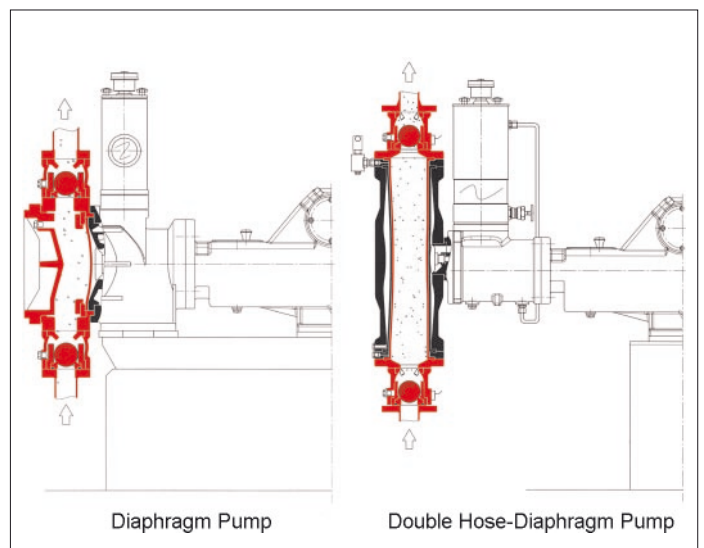
drängerpumpe und bieten darüber hinaus einen glattflächigen und leicht zu reinigenden Arbeitsraum. Die Zahl der mediumberührten Teile ist dadurch extrem begrenzt, so dass auch Erosion und Korrosion auf ein Minimum reduziert werden (Bild 5).

Die zweite Schlauchmembrane gewährleistet weiterhin, dass das Fördermedium auch bei Undichtigkeit einer der Schlauchmembranen nicht mit dem Pumpengehäuse in Berührung kommt, während Pumpengehäuse und Pumpendeckel bei traditionellen Membranpumpen zu den Nassteilen zählen.

Förderventile

Kohlevergasungssysteme erfordern ein ausgeglichenes Verhältnis der ver-

Bild 5: Vergleich der Nassteile von Membranpumpen und Doppel-Schlauchmembranpumpen



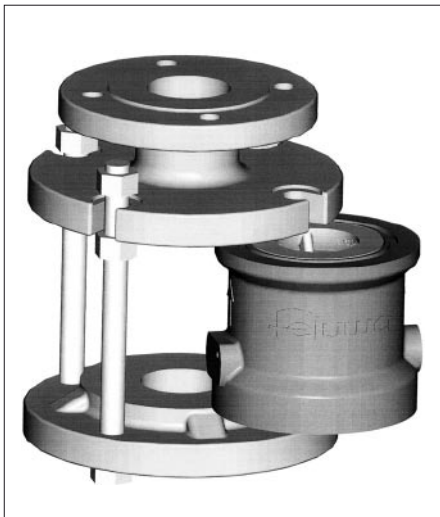


Bild 6: Förderventil in Kassettenbauweise

schiedenen Stoffe innerhalb des Reaktors und stellen demzufolge besonders hohe Anforderungen an die Genauigkeit eingespeisten Förderstroms. Doppel-Schlauchmembranpumpen werden daher in der Regel mit Doppel-Kugelventilen ausgerüstet (siehe Bild 2). Auf diese Weise werden selbst dann Förderverluste verhindert, wenn während eines Hubs Feststoffe zwischen Ventilsitz und Kugel eingeklemmt werden und das Abdichten dieses Ventils verhindern. In diesem Fall schützt das zweite Ventil vor entsprechendem Förderverlust. Beide Dichtelemente (Kugel und Sitz) werden vom Pumpenhersteller selbst gefertigt. Auch die Ventilsitze sind mit einer doppelten Sicherheit ausgestattet, d. h. mit einer metallischen und einer zusätzlichen Weichabdichtung. Diese Kombi-

nation ist das Ergebnis langer Feldversuche.

Der Elastomer-Sitz garantiert 100-%ige Abdichtung und reduziert darüber hinaus den Verschleiß, unabhängig von den im Schlamm enthaltenen Feststoffen. Darüber hinaus steht eine Vielzahl verschiedener Ventilausführungen und Werkstoffkombinationen zur Auswahl. Die in Kassettenbauweise konzipierten Ventile entsprechen Leckageklasse V bzw. VI gemäß ANSI B16.104 und können über Abdruckvorrichtungen ohne vorherige Demontage von Rohrleitungen schnell aus- und wieder eingebaut werden können; ein Ventil der Baugröße DN 100 innerhalb weniger als 10 Minuten (**Bild 6**).

Zustandsüberwachung

Zur Früherkennung von Störungen und Gewährleistung maximaler Verfügbarkeit werden Doppel-Schlauchmembranpumpen mit einem Rundum-Diagnosesystem ausgestattet. Dabei verleihen neu entwickelte Touch Panels, die in den Schaltschrank integriert werden, der Pumpe einen transparenten Charakter und geben dem Betreiber Aufschluss über aktuelle Betriebsparameter und den Zustand elementarer Teile, wie z. B. Primär- und Sekundär-Schlauchmembranen, Förderventile, Saugdruck sowie Hydraulik- und Getriebetemperatur. Bei Einbindung in Industrie-Leitsysteme bieten Touch Panels darüber hinaus die Möglichkeit von Webservice, der in vielen Fällen den Einsatz vor Ort erspart (**Bild 7**).

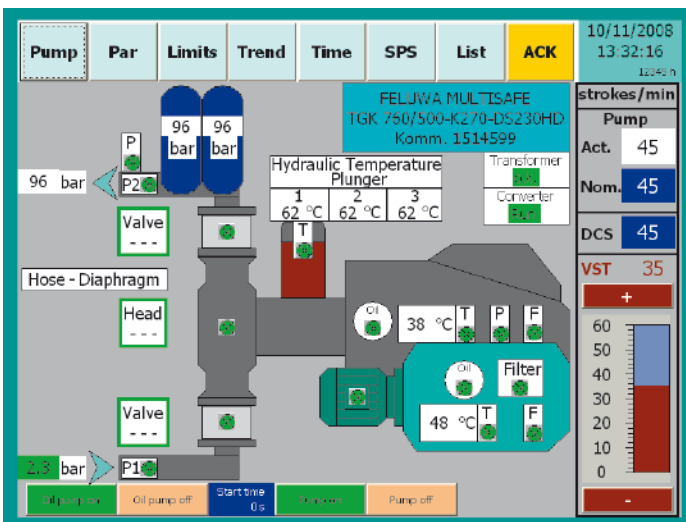


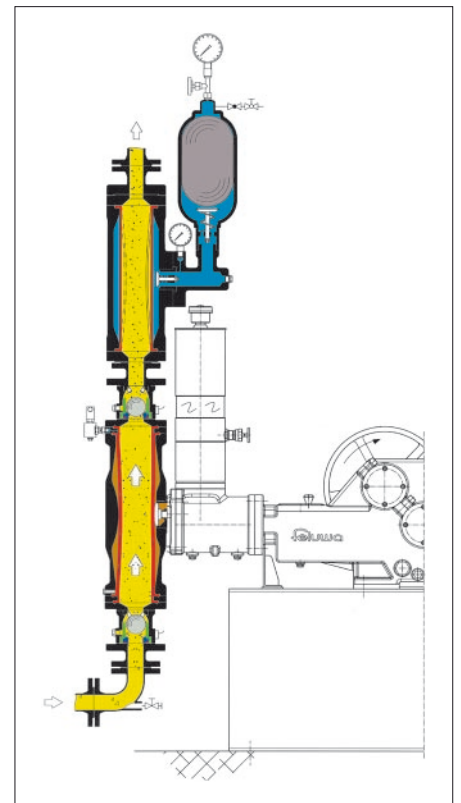
Bild 7: Zustandsüberwachung mittels Touch Panel

Schlauchmembranüberwachung

Der Raum zwischen der Primär-Schlauchmembrane (dem Medium zugewandt) und der komplementärseitigen (der Hydraulikflüssigkeit zugewandt) ist drucklos. Bei Leckage oder Ausfall einer der beiden Schlauchmembranen, gelangt entweder Medium oder Vorlageflüssigkeit in den Zwischenraum und führt dort zu einem Druckaufbau, der zwangsläufig zur Schlauchmembran-Zustandsüberwachung geleitet wird. Entgegen herkömmlichen Kolbenmembranenpumpen ist hierfür keine konduktive Messung, sondern lediglich ein Drucksensor erforderlich. Da die Pumpe jedoch auch mit einer Schlauchmembrane voll funktionsfähig ist, kann der Betrieb bis zur Reparatur aufrechterhalten werden.

Das Valve Performance Monitoring System zur Früherkennung von Ventilverschleiß wurde zusammen mit einem namhaften Elektrokonzern entwickelt und verwendet spezielle, hierfür maßgeschneiderte Detektoren. Das Messprinzip basiert auf der Körperschallanalyse der Förderventile und erkennt

Bild 8: Ausführung mit Schlauchmembran-Pulsationsdämpfer



Leckagen zwischen Ventilsitz und Kugel/Kegel bereits zu einem Zeitpunkt, wenn der Fördermengenverlust noch unter 1,5 % liegt. Das Messergebnis kann über einen potentialfreien Kontakt auf vielfältige Weise weitergeleitet werden (z. B. Internet oder Intranet) und bietet dem Betreiber die Möglichkeit einer gezielten Vorausplanung von Wartungs- und Reparaturarbeiten sowie der exakten Bestimmung der MTBR-Werte. Verfügbarkeit und Betriebssicherheit der Pumpen werden durch das FVPMS (FELUWA Valve Performance Monitoring System) signifikant erhöht; Wartungskosten können erheblich reduziert werden. Das FVPMS bestimmt präzise, welches der Saug- oder Druckventile undicht ist und gegebenenfalls ausgetauscht werden muss. Präventive Wartung wird damit zum Auslaufmodell.

Die ordnungsgemäße Funktion der Pumpe setzt den uneingeschränkten Zufluss des Fördermediums voraus. Die Kontrolle des Saugdrucks übernimmt ein Membran-Manometer, das speziell für die Anwendung in Verbindung mit Schlamm entwickelt wurde.

Pulsationsdämpfer

Pulsationsdämpfer werden normalerweise direkt über dem Druckventil der Pumpe installiert. Dadurch wird eine optimale Pulsationsdämpfung innerhalb der Ventile und der Druckleitung gewährleistet (**Bild 8**).

Damit wird sowohl in Bezug auf den Förderdruck als auch auf die Förder-

Bild 9: Pulsationsdämpfer an Quadruplex- und Triplex-Pumpen



menge ein Maximum an Gleichförmigkeit erzielt wird, wird bei einer geraden Anzahl von Pumpenköpfen jeder Pumpenkopf mit einem individuellen Dämpfer versehen (**Bild 9 – linke Pumpe**).

Bei Triplex-Pumpen dagegen genügt angesichts der versetzten Anordnung der Kurbelwellen meist ein einziger Pulsationsdämpfer auf der Druckverbindungsleitung (**Bild 9 – rechte Pumpe**). In der Kohlevergasung kommen beide Systeme zum Einsatz. Bei Anlagen mit einer Brennkammer werden die besten Ergebnisse mit Triplex-Pumpen (3 Köpfe) erzielt, während Systeme mit vier Brennkammern Quadruplex-Pumpen mit vier Köpfen bevorzugen.

Einsatzbereich

Das Anwendungsspektrum der Doppel-Schlauchmembranpumpen ist breit gefächert. Sie empfehlen sich nicht nur

zur Förderung aggressiver und/oder abrasiver Flüssigkeiten und Suspensionen unterschiedlicher Viskosität, sondern finden in hygienegerechter Ausführung auch Einsatz in der Lebensmittel- und Steriltechnik. Die Maschinen stehen in Ausführungen mit bis zu sechs Pumpenköpfen zur Auswahl und decken einen enormen Leistungsbe- reich von 0,1 bis 600 m³/h bei Drücken bis 320 bar ab. Die Temperaturgrenze liegt bei +200 °C. Darüber hinaus kommen Sonderausführungen zum Einsatz.



Heinz M. Nägel
FELUWA Pumpen GmbH
Geschäftsführender Mit-
gesellschafter
54570 Mürlenbach
Tel. (06594) 10-125
naegel@feluwa.de