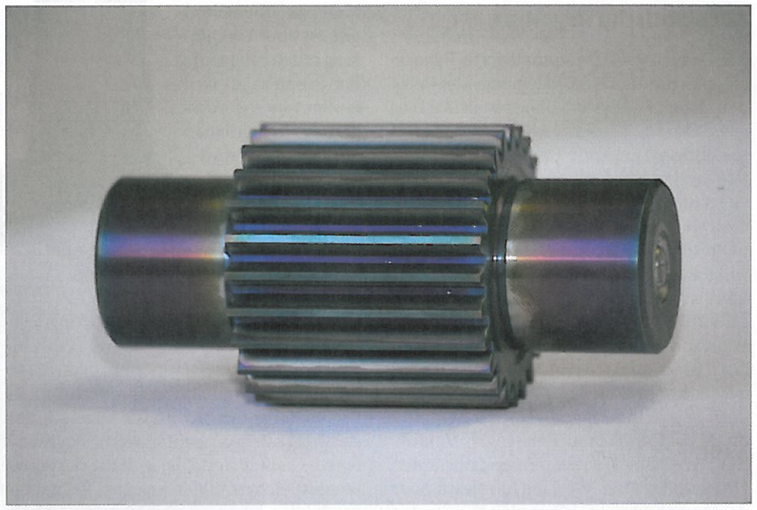
Erfolgreiches Paar

Niedrigste Viskositäten unter extremen Bedingungen fördern



Sven Wieczorek

Zahnradpumpen werden in der chemischen Industrie für eine Vielzahl unterschiedlicher Aufgaben eingesetzt. Die Viskositäten der Fördermedien erstrecken sich dabei von wässrigen Medien bis hin zu hoch- und höchstviskosen Flüssigkeiten, wie z. B. Polymerschmelzen. Doch gerade bei Dosieranwendungen, für die Zahnradpumpen als rotierende Verdrängerpumpen bestens geeignet sind, sollten einige Punkte bei der Auslegung beachtet werden.

Dr.-Ing. Sven Wieczorek, *Geschäftsführer, Witte Pumps & Technology GmbH, Uetersen*

Die Förderaufgaben von Zahnradpumpen sind sehr vielfältig. Angefangen bei Dosierpumpen, über Transfer- und Druckerhöhungspumpen bis hin zu Austragspumpen in Polymerisationsprozessen reicht das Einsatzgebiet. Der Wirkungsgrad von Zahnradpumpen hängt hauptsächlich von drei Faktoren ab:

- der Viskosität des Fördermediums
- dem Differenzdruck
- den Spielen in der Pumpe

Die konstruktionsbedingt vorhandenen Spiele zwischen Gehäuse, Gleitlagern und Wellen haben pumpeninterne Verluströme zur Folge. Je niedriger viskos nun ein Medium und je höher der Differenzdruck ist, umso größer werden diese Verluste und der volumetrische Wirkungsgrad verringert sich. Die Festlegung der Spiele zwischen den Pumpenkomponenten ist ein Kompromiss zwischen Wirkungsgrad und Funktion. Sind diese Spiele zu groß, hat dies einen schlechten Wirkungsgrad zur Folge. Andererseits führen zu kleine Spiele zur Beschädigung und zum Ausfall der Zahnradpumpe. Kommt nun neben der Förderaufgabe eine schwierige Dichtungsanforderung hinzu, so wird es technisch anspruchsvoll.

Neben den üblichen Gleitringdichtungen werden aufgrund hoher Anforderungen an Umweltschutz und Arbeitssicherheit häufig Magnetkupplungen eingesetzt. Im Gegensatz zur Gleitringdichtung muss keine rotierende Welle abgedichtet werden. Die Abdichtung des Spalttopfes erfolgt mittels einer einfachen statischen Dichtung. Bei richtiger Auslegung kann praktisch von einer hermetischen Abdichtung zur Umwelt ausgegangen werden. Die Einsatzgrenzen der Magnetkupplung werden durch die Viskosität des Fördermediums und die Betriebstemperatur bestimmt. Um die durch die Wirbelstromverluste entstehende Wärme abführen zu können, wird der Magnetraum kontinuierlich mit dem Fördermedium gespült. Um einen ausreichenden Produkt- und Wärmetausch zu gewährleisten, ist daher die Viskosität auf 30 Pas begrenzt.

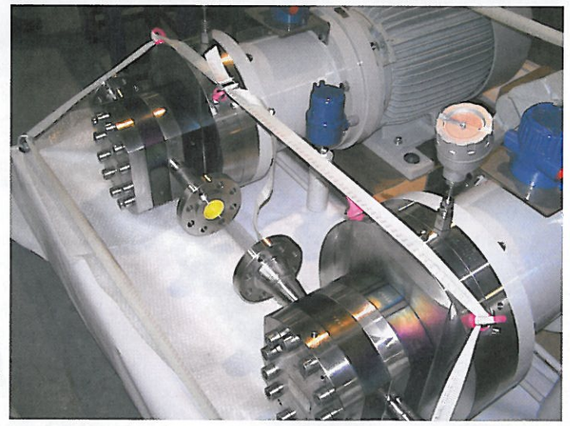
Hohen Gegendruck überwinden

Im vorliegenden Fall geht es um eine Zahnraddosierpumpe für eine Mischung aus Kohlenwasserstoffen und Lösemittel. Diese Mischung soll kontinuierlich gegen einen hohen Gegendruck gefördert werden. Im Betriebspunkt von 134 °C beträgt die Viskosität der stark toluolhaltigen Flüssigkeit 0,2 mPas. Es soll ein Gegendruck von 38 bar überwunden werden. Als Förderleistung sind 5600 l/h gefordert. Da es durchaus vorkommen kann, dass sich die Viskosität kurzzeitig deutlich erhöht und der Volumenstrom nicht sinken darf, wurde eine Zahnradpumpe gefordert. Zahnradpumpen zeigen über einen weiten Viskositätsbereich eine konstante Förderleistung. Aus Sicherheitsgründen wurde eine hermetisch dichte Pumpe verlangt.

Wie sieht die optimale Pumpe für diesen Fall aus? Wie so oft in der Technik gibt es hier keine einfache Lösung. Vielmehr ist darauf zu achten, dass für die jeweilige Dosieraufgabe der bestmögliche Kompromiss aus Funktion und Zuverlässigkeit angestrebt wird. Insbesondere beim Dosieren von dünnflüssigen Medien mit Viskositäten kleiner 10 mPas treten folgende Probleme auf:

- Der niedrige Wirkungsgrad führt dazu, dass auch das Dosierverhalten sehr schlecht ist.
- Der hydrodynamische Schmierfilm in den Gleitlagern kann sich nur unzureichend ausbilden, sodass die Lager und Wellen starkem Verschleiß ausgesetzt sind.

Um dem ersten Problem zu begegnen, kommt abweichend von der Standardverzahnung die sogenannte Hochdruckverzahnung zum Einsatz. Sie unterscheidet sich vor allem dadurch, dass sie 24 anstelle der sonst üblichen zwölf Zähne hat. Dies hat bei ansonsten ähnlichen geometrischen



Zahnradpumpe mit Antrieb fertig zum Versand

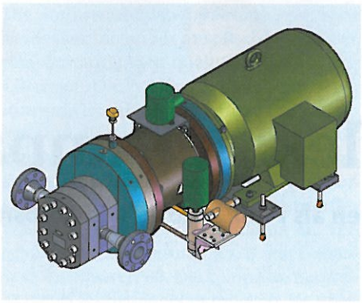
Abmessungen zur Folge, dass die Zahl der im Gehäuse zwischen Druck- und Saugseite abdichtenden Zähne ansteigt. Durch den Wechsel der Verzahnung lässt sich der Wirkungsgrad merklich verbessern.

Reibungsarme Werkstoffe

Wie bereits beschrieben, hängt die Betriebssicherheit der Pumpe sehr stark davon ab, dass sich in den Gleitlagern ein tragfähiger Schmierfilm aufbaut. Bei derart niedrigviskosen Medien beträgt die Schmierfilmdicke selbst bei relativ hohen Drehzahlen nur wenige µm. Aus diesem Grund muss besonderes Augenmerk auf möglichst reibungsarme Werkstoffpaarungen gelegt werden. Unter allen Umständen muss sichergestellt sein, dass die Schmierfilmdicke größer als die Oberflächenrauigkeiten der Wellenzapfen und der Lagerlaufflächen ist. Andernfalls würde die Pumpe bestenfalls im Mischreibungsbereich betrieben werden, starker Verschleiß wäre die unausweichliche Folge. Eine sehr zuverlässige Werkstoffpaarung stellen für diese Anforderungen deshalb keramikbeschichtete Wellen und Gleitlager aus Siliziumkarbid (SiC) dar.

Diese Werkstoffpaarung hat sich für das Fördern niedrigst viskoser Medien als sehr verschleißarm erwiesen. Neben den geringen Oberflächenrauigkeiten spielen in diesem Zusammenhang auch die großen Oberflächenhärten eine entscheidende Rolle. Ferner besitzt SiC eine hohe Wärmeleitfähigkeit, sodass die im Lager entstandene Reibungswärme zuverlässig abgeführt werden kann. Bei Zirkonoxid (ZrO_2), einem sehr schlechten Wärmeleiter, kann die im Lager aufgestaute (Reibungs-)Wärme im ungünstigsten Fall zu thermischen Spannungsrissen führen.

Nachteilig kann sich aber bei SiC die geringe Wärmeausdehnung auswirken. Insbesondere wenn die Pumpe bei Temperaturen oberhalb 100 °C betrieben wird, wird dadurch das Axialspiel verhältnismäßig groß und beeinflusst somit wieder den volumetrischen Wirkungsgrad und die Förder-



Modell der Zahnradpumpe

genauigkeit. Um die Spaltmaße so gering wie möglich zu halten, wurde die Pumpe als Plattenpumpe konzipiert. Die SiC-Gleitlager sind in die keramikbeschichteten Deckel eingearbeitet und die Gehäuseplatte ist maßgenau nach dem tatsächlichen Maß der Zahnräder geschliffen worden. Hierdurch wird ein Minimum an Lagerspiel und somit Verluststrom erreicht.

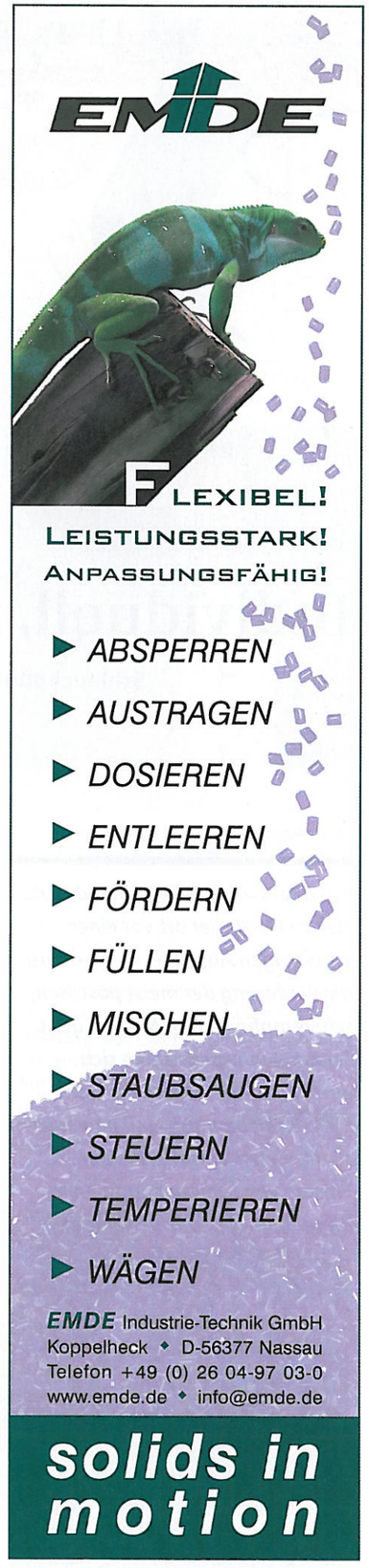
Entlastete Kupplung

Der hohe Anteil an Toluol im Fördermedium führte zu der Forderung nach einer Magnetkupplung. Um hier einen sicheren Gebrauch zu gewährleisten, wurde die Last des Magnetrotors mit einer separaten Lagerung abgefangen. Ohne dieses dritte Lager würde das Gewicht des Magneten über den großen Hebearm der Antriebswelle auf die Gleitlager drücken und den ohnehin geringen Schmierfilm noch zusätzlich belasten. Damit es im Spalttopf wegen lokaler Erwärmung nicht zum Sieden des Toluols kommt, wurde der Magnetraum so konstruiert, dass hier ständig der druckseitige Druck von 38 bar anliegt.

Mittlerweile liegen umfangreiche Betriebserfahrungen des Kunden vor. Dank der gewählten Materialpaarung und Konstruktion läuft die Pumpe prozesssicher.

WITTE
7344080

WWW
www.vfv1.de/#7344080



Weitere Informationen **7206640** www.vfv1.de/#7206640