

Dipl.-Ing. Holger Kremer, WITTE PUMPS & TECHNOLOGY GmbH

Aufgrund des Förderprinzips eignen sich Zahnradpumpen für eine Vielzahl von industriellen Anwendungen. Das Anwendungsspektrum erstreckt sich dabei über einen Viskositätsbereich von wenigen mPas, Wasser hat z.B. eine Viskosität von 1mPas bis hin zu hochviskosen Polymerschmelzen mit mehreren Zehntausend Pas. Dabei können abhängig von der Viskosität Drücke von einigen Hundert bar aufgebaut werden. Der Aufbau und das Funktionsprinzip der Zahnradpumpe ist dabei relativ einfach: In einem Pumpengehäuse aus (Edel-) Stahl befinden sich zwei gleich große, ineinander greifende Zahnräder, die auf vier produktgeschmierten Gleitlagern gelagert sind. Die Antriebswelle wird aus dem Gehäuse herausgeführt und mittels Motor bzw. Getriebemotor angetrieben. Für die Wellenabdichtung werden sowohl die verschiedensten Gleitringdichtungsvarianten als auch Magnetkupplungen oder Gewindewellendichtungen bzw. Stopfbuchsen eingesetzt. Die Drehmomentübertragung auf die kurze, nicht herausgeführte Welle erfolgt dabei ausschließlich über die sich berührenden Zahnflanken. Diese hohe mechanische Beanspruchung ist auch der Grund dafür, daß als Wellenwerkstoffe üblicherweise gehärtete Chromstähle eingesetzt werden.

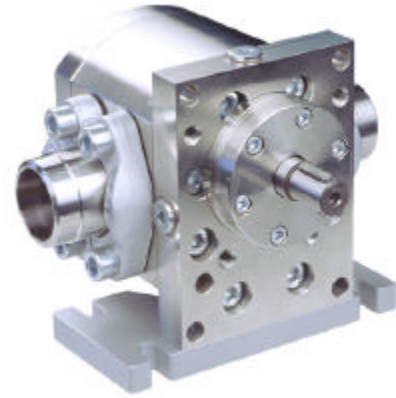


Abb. 1: Chemie-Zahnradpumpe vom Typ CHEM

Gelangt das Produkt nun in die Zahnradpumpe, strömt es in die Zahnzwischenräume und wird durch die Drehbewegung an den Außenseiten der beiden Zahnräder von der Saug- auf die Druckseite gefördert. Hier findet auch der eigentliche Verdichtungsvorgang in der Pumpe statt. Das Ineinandergreifen der Zähne auf der Innenseite verdrängt zum einen das Fördermedium wieder aus den Zahnzwischenräumen, zum anderen wird dadurch auch die Abdichtung zwischen der Druck- und Saugseite erreicht. Die Gleitlagerschmierung wird durch einen Teilstrom des Fördermediums realisiert. Dieser Produktstrom wird durch die Gleitlager geführt und fließt anschließend durch eine Bohrung zurück zur Pumpensaugseite. Der Gleitlagerschmierstrom ist maßgeblich vom Radialspiel, der Viskosität und dem Differenzdruck der Pumpe abhängig. Als Gleitlagermaterialien kommen sowohl Kohle, Keramiken wie Siliziumcarbid oder Zirkonoxid als auch Metalle zum Einsatz.

Wie bei allen Verdrängerpumpen kann mit Zahnradpumpen unabhängig von der Fördermenge / Drehzahl ein sehr hoher Druck aufgebaut werden. Im Unterschied zu Kolbenpumpen beispielsweise aber erfolgt der Fördervorgang dabei nahezu pulsationsfrei.

Die vielen engen und langen Spalte zwischen Gehäuse, Lagern und Zahnrädern – oft liegen sie nur im Bereich von wenigen μm – machen recht schnell deutlich, daß sich Zahnradpumpen kaum für den aseptischen Bereich eignen. Eine den hohen Hygienestandards entsprechende CIP-Reinigung ist prinzipbedingt nicht möglich. Eine (mehrmals) tägliche Demontage und manuelle Reinigung der einzelnen Komponenten ist nicht nur unpraktikabel sondern bringt auch noch andere Probleme mit sich.

Anders verhält es sich mit weniger empfindlichen Produkten, wie z.B. Öl-Wasser-Emulsionen zur Margarineherstellung, hierfür sind Zahnradpumpen sehr gut geeignet. Das Gehäuse wird üblicherweise aus dem austenitischen Edelstahl 1.4571 gefertigt, selbstverständlich kann aber auch jeder andere für das Produkt geeignete Edelstahl eingesetzt werden. Wie bereits zuvor erläutert, eignen sich Edelstähle wie 1.4571 oder 1.4435 aufgrund ihrer relativ geringen Härte nicht als Zahnradwerkstoff. Hier hat sich der martensitische Chromstahl 1.4112 (X90CrMoV18) bewährt, nicht zuletzt wegen seiner Härte wird er auch bevorzugt für Schneidwerkzeuge aller Art verwendet. Um

Dipl.-Ing. Holger Kremer, WITTE PUMPS & TECHNOLOGY GmbH

optimale Ergebnisse zu erzielen muß darauf geachtet werden, daß das Zahnrad durchgehärtet ist. Die produktgeschmierten Gleitlager werden üblicherweise aus Kohle gefertigt. Neben der sehr guten chemischen Beständigkeit zeichnet sich Kohle auch durch seine sehr guten (Not-) Laufeigenschaften aus. Überwiegend muß mit der Zahnradpumpe bei der Margarineherstellung ein Druck von 25 bis 30 bar aufgebaut werden. Erfordert der Prozeß aber höhere Drücke, muß aufgrund der eingeschränkten mechanischen Festigkeit der Kohle auf metallische Gleitlager gewechselt werden. Bedingt durch den Wasseranteil in der Margarine sind Werkzeugstähle nicht geeignet, eine Produktverunreinigung durch Rost muß auf jeden Fall ausgeschlossen werden. Hinzu kommen die schlechten Lauf- und Gleiteigenschaften, die bei einer Öl-Wasser-Emulsion zu einem Fressen der Wellenzapfen in den Gleitlagern führen würden. Ganz anders verhält es sich mit Legierungen aus Nickel-Silber. Sowohl hinsichtlich der chemischen Beständigkeit als auch den Laufeigenschaften handelt es sich dabei um einen herausragenden Gleitlagerwerkstoff. Ein Fressen in den Lagern ist praktisch unmöglich, natürlich unter der Voraussetzung, daß keine Feststoffe in die Pumpe, insbesondere die Gleitlager, gelangen.

Einige besondere Rezepturen mit einem erhöhten Salzgehalt in der wässrigen Phase verursachen ein ganz anderes Problem. Das unterschiedliche chemische Potential der Kohle-Gleitlager und der Stahlwellen in Verbindung mit dem als Elektrolyt wirkenden Fördermedium führt zur Kontaktkorrosion an den Wellen. Da Stahl in der elektrochemischen Spannungsreihe unedler als Kohle ist, werden die Wellen langsam zersetzt. Gelöst wird dieses Phänomen durch einen Wechsel des Gleitlagerwerkstoffes auf Keramiken wie z.B. Zirkonoxid (ZrO_2).

Das aus der Pumpe herausgeführte Wellenende wird im Regelfall mittels einer einfachen, innenliegenden Gleitringdichtung abgedichtet. Als Werkstoffpaarung für Gleit- und Gegenring kommt Siliziumcarbid (SiC) / Kohle zum Einsatz. Aufgrund der guten Erfahrungen und den langen Standzeiten dieser Lösung haben sich hier die vielfach angebotenen Patronendichtungen noch nicht durchgesetzt, selbstverständlich ist eine solche Ausführung jederzeit auf Kundenwunsch hin möglich.

Das Öl-Wasser-Gemisch wird bei einer Temperatur von 30 bis 60°C gefördert, eine separate Beheizung des Pumpengehäuses ist daher nicht erforderlich. Gerade bei scherempfindlichen Medien oder wenn die Gefahr der Produktschädigung besteht, sollte auf eine nicht zu hohe Pumpendrehzahl geachtet werden. Das Fördermedium ist in dieser Hinsicht als äußerst unkritisch anzusehen. Um unabhängig von der Größe eine Aussage über die zulässigen Drehzahlen machen zu können, werden die Umfangsgeschwindigkeiten am Lager miteinander verglichen. Für diese Anwendungen haben sich maximale Umfangsgeschwindigkeiten zwischen 2 und 3 m/s bewährt.

Zusammenfassend kann man sagen, daß die Zahnradpumpentechnik für das Fördern von Öl-Wasser-Emulsionen sehr gut geeignet ist. Nicht zuletzt durch eine sorgfältige und gewissenhafte Pumpenauslegung und -fertigung sind weltweit zahlreiche WITTE-Pumpen seit Jahren erfolgreich in diesem Bereich im Einsatz. Dem Kunden steht also eine sehr zuverlässige und äußerst robuste Pumpe für seinen Herstellungsprozeß zur Verfügung. Aus Kundensicht aber noch viel wichtiger ist die hohe Qualität der produzierten Margarine.