

# Präzise und pulsationsfrei

Zahnradpumpen für Standardanwendungen und maßgeschneiderte Lösungen

*Sven Wieczorek*

*Zahnradpumpen stellen zurzeit noch eine spezialisierte Nische innerhalb der Verdrängerpumpen dar. Eingesetzt werden sie hauptsächlich in der chemischen Industrie, in der Kunststoffindustrie und in der Extrusion. Doch der Markt für Zahnradpumpen wird stetig wachsen. Insbesondere die Weiterentwicklungen in der Kunststoffindustrie bieten hier erhebliches Potenzial.*



Zahnradpumpen zählen zu den Verdrängerpumpen. In der Pumpenwelt sind die Verdrängerpumpen mit 19 % Anteil eine Minderheit und in dieser Untergruppe stellen die Zahnradpumpen mit 11 % Anteil nochmals eine spezialisierte Nische dar. Die meisten Zahnradpumpen sind außenverzahnte Pumpen mit zwei gleich großen Zahnrädern. Innenverzahnte Pumpen, bei denen ein außenverzahntes Rad in einem Zahnring läuft, sind eher selten anzutreffen. Zahnradpumpen werden in der Regel für Anwendungen eingesetzt, bei denen eine gleichmäßige Förderung des Mediums unter vergleichsweise hohen Drücken gefordert ist. Besonders in der Kunststoffindustrie und bei der Extrusion haben sich Zahnradpumpen durch ihre hohe Leistungsfähigkeit bewährt.

In der chemischen Industrie werden Zahnradpumpen in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt. Hier schätzt man die genaue und pulsationsfreie Förderung und Dosierung von niedrig- bis mittelviskosen Medien. Auch zum Austrag aus Verdampfern werden die Pumpen verwendet. Wichtig ist, dass das Fördermedium schmie-

rende Eigenschaften im Gleitlager besitzt. Die chemische Industrie setzt hauptsächlich Präzisionszahnradpumpen ein. Nur sie garantieren hohe Differenzdrücke bei niedrigen Viskositäten. Auch werden viele spezielle Werkstoffe verlangt, um den schwierigen Anforderungen zu genügen. Bei der Auslegung der Pumpen muss individuell auf das zu fördernde Medium eingegangen werden, was viel Erfahrung und Know-how verlangt. Hauptsächlich wird Edelstahl für die Gehäuse und Zahnräder verwendet. Als Gleitlagermaterial wird gerne imprägnierte Kohle eingesetzt, die allerdings aufgrund ihrer mechanischen Eigenschaften nur bis 25 bar Druck verwendet werden sollte.

## Zahnradpumpen für hochviskose Medien

Bei der Herstellung von Polymeren haben sich Zahnradpumpen als unabdingbar erwiesen. Zu Beginn der Herstellung von Kunststoffen fördern Zahnradpumpen die Monomere und Prepolymere in die Reaktoren. Bei mehrstufigen Prozessen erhöht sich die Viskosität von Schritt zu Schritt. Am Ende des Prozesses ist der Finisher positioniert, der mit Vakuum betrieben wird, um die leichtflüchtigen Lösemittel zu extrahieren. Der Austrag des Polymers kann ausschließlich von Zahnradpumpen geleistet

werden. Hier werden Polymeraustragspumpen mit einer Vielzahl von speziellen Eigenschaften benötigt. Zunächst muss das Polymer in die Pumpe gelangen. Anschließend müssen die Zahnücken gefüllt werden.

Im Falle von sehr hohen Viskositäten oder schäumenden Produkten muss der Einlauf größtmöglich sein. Dies kann durch eine Modifikation des Einlaufs der Pumpe erreicht werden. Diese Pumpe hat keinen Saugflansch und wird zwischen Reaktorflansch und Gegenflansch auf der Druckseite der Pumpe durch Dehnschrauben eingeklemmt. Die Pumpen müssen sehr stabil ausgeführt sein, da hohe Drücke und Drehmomente sicher aufgenommen werden müssen.

Die richtige Werkstoffauswahl ist entscheidend für einen zuverlässigen und sicheren Betrieb der Pumpe. Üblich sind Betriebszeiten von bis zu fünf Jahren ohne Unterbrechung. Der rostfreie Stahl 1.4313 hat sich als Gehäusewerkstoff durchgesetzt, da er auch bei hohen Temperaturen eingesetzt werden kann. Sehr wichtig ist das Dichtungssystem, das hohe Viskositäten und Vakuum sicher bewältigen muss. Die beste Lösung ist die sogenannte Vakuum-Gewindewellendichtung mit gesperrter Stopfbuchse. Die Gewindewellendichtung dichtet während des Betriebs sicher ab. Im Stillstand sorgt die gesperrte Stopfbuchse für eine vakuumdichte Ab-

**Autor:** Dr.-Ing. Sven Wieczorek, gesellschafter der Geschäftsführer, Witte Pumps and Technology GmbH, Uetersen

dichtung. In einigen Fällen wird die Stopfbuchse durch eine Lippendichtung ersetzt. Die Pumpe sowie die Deckel sind hydraulisch oder mit Dampf beheizbar. Eine hydraulische Beheizung ist zu bevorzugen, da auch Wärme der Gleitlager damit abgeführt werden kann. Die mechanische Auslegung der Pumpen ist für Drücke bis 250 bar geeignet, wodurch ein breites Spektrum der Polymerproduktion abgedeckt wird.

### **Sonderanwendung einer Zahnradpumpe zum Mischen**

Während Zahnradpumpen in der chemischen Industrie überwiegend zum Um-pumpen und Dosieren eingesetzt werden, erschließt die neu entwickelte Mischpumpe eine Vielzahl neuer Anwendungsgebiete. Im konkreten Fall wird eine kleine Menge eines niedrig viskosen Reaktionsstoppers (0,015 kg/h mit einer Viskosität von 1 mPas) in höher viskose Polymerlösung (1 g/h mit einer Viskosität von 10000 mPas) zudosiert. Weiterhin soll eine Druckdifferenz von 150 bar überwunden werden. Die hohe Reaktionsgeschwindigkeit der Abbruchreaktion erfordert eine hohe Mischgüte in Verbindung mit einer sehr geringen Mischzeit, um so optimale Ergebnisse zu erzielen. Statische Mischer alleine haben sich in diesem Fall als nicht geeignet erwiesen, die sowohl in ihrer Viskosität als auch in der Menge stark unterschiedlichen Stoffströme entsprechend sicher zu mischen.

Der Reaktionsstopper wird entgegen der Flussrichtung des laminaren Hauptstromes zudosiert, die so entstehenden Turbulenzen sorgen für eine erste Durchmischung der beiden Phasen. Da in dieser Anwendung der volumetrische Wirkungsgrad nur eine untergeordnete Rolle spielt, werden speziell nachgearbeitete Zahnräder eingesetzt. Durch die in die Zähne eingebrachten Bohrungen strömt ein Teil des Stoffgemisches zurück zur Saugseite und wird noch einmal mit dem Hauptstrom vermischt. Um in kürzester Zeit eine möglichst homogene Mischung zu erzeugen, wird auf der Druckseite der Pumpe ein Teilstrom entnommen und zurück zum Pumpeneintritt geleitet. Die Menge dieses Teilstromes kann über ein Dosierventil exakt eingestellt werden. Zusätzlich ist ein statischer Mischer am Pumpenaustritt angeordnet.

Um bei Betriebstemperaturen von 250 °C eine gleichmäßige Temperierung sicherzustellen, werden sowohl das Pumpengehäuse als auch der Mischer und die Produktflansche mittels Öl beheizt. Die kompakten

Einbaumaße ermöglichen jederzeit den einfachen Ein- und Umbau der Pumpe und haben sich gerade in Pilotanlagen und für Versuche als äußerst vorteilhaft erwiesen.

### **Neue Materialien, große Aufgaben**

Der Markt für Zahnradpumpen wird sich stetig erweitern. In der Kunststoffindustrie ist der Trend zu immer größeren Anlagenkapazitäten zu erkennen. Wird heute als Standard eine Pumpe mit 22 l Fördervolumen pro Umdrehung in einer 600-t/d-Anlage zur Herstellung von PET eingesetzt, so sind zukünftig Anlagen bis 2500 t/d geplant, die auch nur mit einer Pumpe auskommen müssen. Diese Pumpen haben dann 200 l Fördervolumen pro Umdrehung und stellen in konstruktiver und verfahrenstechnischer Sicht eine Herausforderung dar. Die Weiterentwicklung von Kunststoffen birgt große Herausforderungen für die Zahnradpumpenhersteller. Bereitete die Herstellung von konventionellem PTFE bislang keine Probleme, so treten bei der Herstellung von thermoplastischem PTFE extrem korrosive Zwischenprodukte auf. Alle bislang verfügbaren Materialien für die Zahnradpumpen versagen hier und es müssen neue Materialien für die Pumpen entwickelt werden. Insbesondere bei den Materialien und Beschichtungen wird es zukünftig zu weiteren Entwicklungen kommen.

Klassische Kunststoffe wie beispielsweise Polyester haben eine abnehmende Viskosität bei zunehmender Scherung. Neu entwickelte Kunststoffe zeigen oft ein Verhalten, bei dem die Viskosität ab einer gewissen Scherung stark abnimmt und in sich zusammenbricht. Stellenweise sinkt die Viskosität auf das Niveau von Wasser herab. Die bislang bekannten Gleitlagertechnologien versagen hier vollkommen. An dieser Stelle muss weiter entwickelt werden. Entweder mit neuartigen Beschichtungen, die ein Fressen der Wellenzapfen im Gleitlager zuverlässig vermeiden oder durch Einsatz von Kugellagern, die den hohen Belastungen standhalten. Ein weiteres Feld für Neuentwicklungen wird die Schadensfrüherkennung sein: Einerseits muss an neuen Werkstoffen gearbeitet werden, die wesentlich verschleißfester sind und längere Standzeiten garantieren. Andererseits ist es wichtig, den Schaden frühzeitig und vor dem Ausbrechen zu erkennen, damit der Stillstand geplant werden kann.