

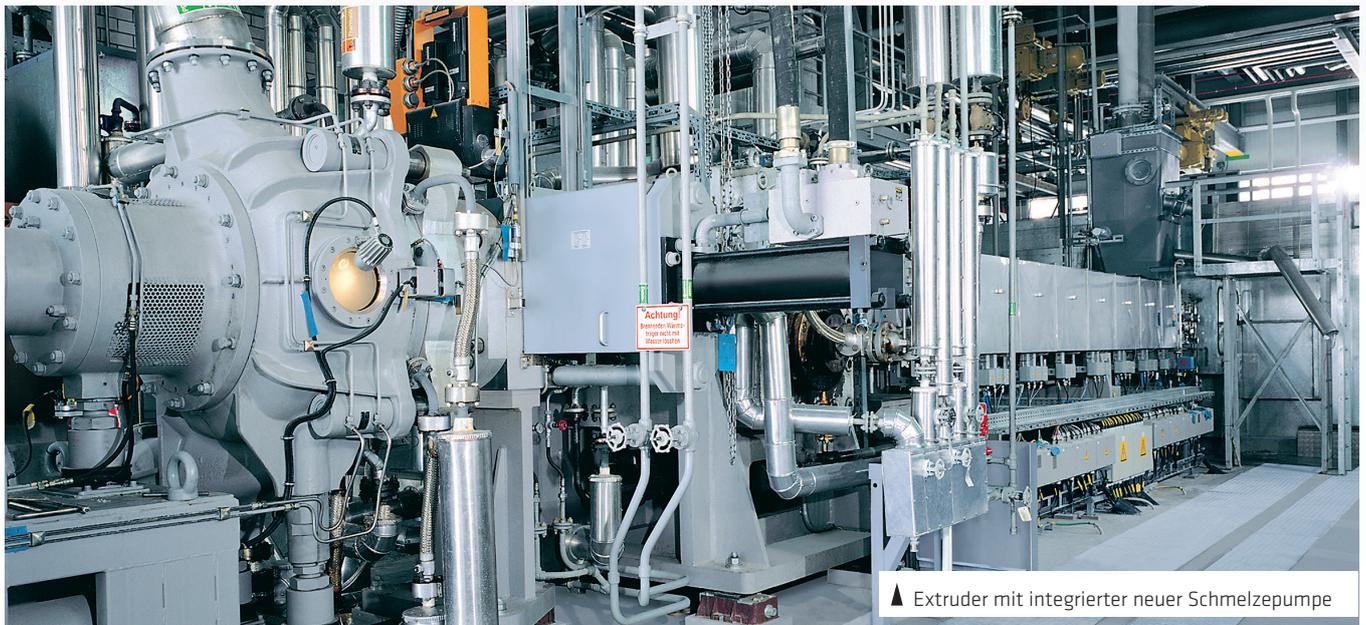
## Compoundieren und Extrudieren

# Neue Schmelzepumpe ver- rückt Anwendungsgrenzen

**Zahnradpumpen** werden standardgemäß bei der **Compoundierung und Extrusion von Polyolefinen** eingesetzt. Klassische Bauformen, wie sie seit Jahrzehnten auf dem Markt sind, haben jedoch betriebliche Nachteile, die es erforderlich machen können, größere,

teurere und weniger effiziente Modelle einzusetzen, um die geforderten Produktionsraten zu erreichen. Dank einer **neuen Technologie**, die unter anderem auf einer optimierten Wellen- und Lagergeometrie basiert, werden die **Grenzwerte für Förderrate und Dif-**

**ferenzdruck angehoben**. Somit sind mit einer Zahnradpumpe gleicher Baugröße nun **höhere Produktionskapazitäten**, größere Betriebsfenster und **mehr Widerstandsfähigkeit** gegenüber Abweichungen von typischen Betriebsbedingungen möglich.



▲ Extruder mit integrierter neuer Schmelzepumpe

Bildquelle: Copeiron

Polyolefine sind die weltweit am weitesten verbreiteten Thermoplaste. Aus Polyolefinen werden unter anderem Einschicht- und Mehrschichtfolien hergestellt. Polyolefine werden hauptsächlich in Polypropylen (PP) und Polyethylen (PE) unterteilt, wobei letztere in Typen hoher Dichte (HDPE), Polyethylen niedriger Dichte (LDPE) und linearem Polyethylen niedriger Dichte (LLDPE) klassiert werden. Da Stoffe wie HDPE, LDPE und LLDPE leicht, flexibel und reißfest sind und eine hervorragende chemische Verträglichkeit bei nied-

rigen Kosten aufweisen, sind sie für Hersteller in vielen Branchen die erste Wahl. So werden sie beispielsweise bei der Herstellung von Schrumpf- und Stretchfolien für den Materialtransport, Verpackungen für Textilien, Medizinprodukte, Industrieprodukte und Lebensmittel sowie bei der Herstellung von so unterschiedlichen Konsumgütern wie Müllsäcken, Kleidersäcken und Windeln eingesetzt.

Die im Extrusionsprozess verwendeten Polyolefine liegen zu Beginn als transluzente Pellets mit einer Größe

von 3–5 mm vor. Zu deren Herstellung muss die Schmelze im vorhergehenden Polymerisationsprozess durch die Lochplatte der Granulators gefördert werden. Der dazu benötigte Druck wird entweder vom Extruder selbst, oder über eine Zahnradpumpe aufgebaut.

### Auf den Zahn geföhlt

Seit Jahrzehnten ist die Zahnradpumpe bei der Compoundierung von Polyolefinen die Pumpentechnik der Wahl und wird daher in der Branche auch als „Schmelzepumpe“ bezeichnet. Bei



Zahnradpumpen nimmt ein rotierendes Zahnradpaar das Fördergut am Einlauf auf und transportiert es zum Auslauf, wobei die Fördermenge durch das Volumen zwischen den Zähnen und die Drehzahl der Zahnräder bestimmt wird. Aufgrund dieser Arbeitsweise kommen Zahnradpumpen in der Compoundierung bevorzugt zum Einsatz und tragen dazu bei, eine stabile, stoßfreie und kontrollierte Fördermenge zu erzeugen, die zur Optimierung der Gleichmäßigkeit der Schmelze beiträgt.

Zahnradpumpen reduzieren im Polyolefin-Compoundierprozess zudem den Energieverbrauch, insbesondere bei der Verarbeitung von hochviskosen Sorten. Wird eine Zahnradpumpe zwischen dem Extruder- oder Mischerlauf und dem Einlauf des Siebwechslers vor der Granulatordüse installiert, reduziert sich der Ausgangsdruck des Extruders erheblich. Dadurch wird die Druckerzeugung vom Extruder auf die Zahnradpumpe verlagert, was zu einem niedrigeren Gesamtenergieverbrauch der Compoundieranlage führt. Dies senkt die Energiekosten um die Hälfte oder sogar bis zu

zwei Dritteln und kann gleichzeitig die Temperatur der Schmelze deutlich senken. Niedrigere Schmelzetemperaturen bedeuten, dass der Extruder das Polymer effektiver und mit höheren Produktionsraten schmelzen und mischen kann. Dies führt zu einer entsprechenden Reduzierung des Verschleißes an Schnecke und Zylinder mit entsprechend geringeren Wartungs-, Reparatur- und letztendlich Austauschkosten.

In der Gesamtbetrachtung ist es richtig, dass der Einsatz einer Zahnradpumpe im Compoundier- und Extrusionsprozess eine zusätzliche Investition des Betreibers erfordert, verbunden mit einem erhöhten Platzbedarf in der Produktion und einer höheren Komplexität des Gesamtsystems. Genauer gesagt gibt es drei Bereiche, in denen herkömmliche Zahnradpumpen bisher in der Polyolefinherstellung nicht immer das erhoffte Betriebs- und Kostenniveau erreichen.

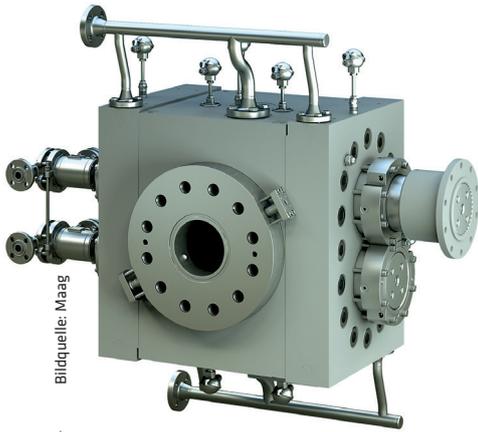
**Stichwort Produktionskapazität:** Die maximale Förderrate, die eine Zahnradpumpe einer bestimmten Größe erreichen kann, wird durch die Drehzahlgrenze der Pumpe bestimmt. Bei der Polyolefin-Compoundierung beträgt diese typischerweise 40 bis 50 U/min. Je schneller die Zahnräder rotieren, desto mehr Produkt kann ausgetragen werden. Wenn die Pumpe aber mit höheren Drehzahlen betrieben wird, steigt auch die Temperatur der Schmelze und damit die der Pumpenlager. Irgendwann erreichen die Lagertemperaturen einen Punkt, bei dessen Überschreitung das thermische Gleichgewicht des Systems gestört wird und sich die Abstände zwischen Welle und Lager aufgrund der Wärmeausdehnung schließen. Das Ergebnis: Die Pumpe fällt aus. Um dieses Phänomen zu vermeiden, haben Betreiber in der Vergangenheit zwei Lösungsansätze verfolgt: Entweder wurde eine größere Pumpe installiert und mit einer niedrigeren Drehzahl betrieben, oder es wurde ein Kühlsystem für Welle und Lager verwendet, um mehr Wärme aus dem Lager abzuleiten, was die optimale Drehzahl der Pumpe effektiv erhöhen würde. Der Nachteil dieser beiden Alternativen sind die hohen Kosten für die Anschaffung einer größeren Pumpe oder eines zusätzlichen Kühlsystems.

**Stichwort Zuverlässigkeit:** Zahnradpumpen zeichnen sich dadurch aus, dass ihre Welle und ihr Lager durch das gepumpte Polyolefin geschmiert werden. Dabei werden etwa 2 Prozent des Förderguts durch interne Schmierkanäle geleitet, die in die Spalte zwischen

Welle und Lager führen. Dadurch bildet sich ein dünner Schmierfilm, der die rotierende Welle von der Lagersoberfläche ab-

hebt. Dieses Schmiersystem kann jedoch durch plötzliche Druck- und Viskositätsänderungen oder durch das Eindringen von Verunreinigungen, die den Schmierfilm stören können, beeinträchtigt werden. In diesem Fall kann die Welle plötzlichen hohen Belastun-

**i Web-Tipp**  
▶ Short-URL:  
[www.plastverarbeiter.de/85973](http://www.plastverarbeiter.de/85973)



Bildquelle: Maag

▲ Dank der deutlich verbesserten Pumpengeometrie können besonders hohe Durchsätze bei hohem Wirkungsgrad und niedriger, produktschonender Scherung erreicht werden.

gen ausgesetzt sein, die zu einem Kontakt zwischen Welle und Lager führen und den Pumpenbetrieb stören.

**Stichwort Kosten:** Wie bei den meisten Unternehmen ist es auch für die Konstrukteure und Betreiber von Polyolefinanlagen ein wichtiges Anliegen, die Gesamtinvestitionskosten unter Kontrolle zu behalten. Der Einbau einer Zahnradpumpe in den Prozess erhöht jedoch die Kapitalkosten.

Diese drei Bereiche sind für Polyolefinhersteller von großer Bedeutung und müssen mit Bedacht angegangen werden, um das gewünschte Niveau von Produktion, Zuverlässigkeit und Kosten in Bezug auf Kapital und Betrieb zu erreichen. Die Einbindung von Zahnradpumpen in Compoundier- und Extrusionsprozesse für Polyolefine bringt zwar nachweislich eine Reihe von nachhaltigen Vorteilen im Betrieb mit sich, die Frage bleibt jedoch weiterhin: Können Konstruktion und Leistung von Zahnradpumpen für die Polyolefinherstellung noch weiter verbessert werden?

## Eine neue Klasse von Zahnradpumpen

Die Antwort auf diese Frage lautet in diesem Fall klar „Ja“ und zwar dank der Bemühungen eines bestimmten Unternehmens. Seit mehr als 90 Jahren entwickelt und baut Maag Pump Systems aus Oberglatt in der Schweiz Zahnradpumpen für die Verwendung mit Polymerschmelzen, Chemikalien und Schmierstoffen mit variierender

Viskosität sowie bei unterschiedlichen Temperaturen und Vor- und Nachdrücken. In dieser Zeit haben sich die Zahnradpumpen von Maag technisch im Bereich der Polyolefin-Compoundierung und -Extrusion bewährt und einen guten Ruf erarbeitet.

Das Unternehmen ruht sich jedoch nicht auf seinen Lorbeeren aus. Daher wurde vor kurzem eine schwierige Aufgabe in Angriff genommen und erfolgreich bewältigt. Alle Komponenten der Zahnradpumpen – von Zahnrädern und Wellen bis hin zu Lagern und Dichtungen – wurden neu konstruiert, um das Zusammenspiel aller Komponenten während des Pumpenbetriebs zu verbessern. Das Ergebnis ist eine völlig neue Zahnradpumpentechnologie, bei der das Zusammenspiel aller Komponenten neu konzipiert wurde. Diese neue Zahnradpumpe wurde von Maag „x6 class“ getauft. Ziel ist, dass sie in der Polyolefin-Compoundierindustrie als „Six-Class-Pumpe“ bekannt wird. Dieser neue Standard in der Konstruktion und dem Betrieb von Zahnradpumpen ermöglicht höhere Durchsatzleistungen für hoch- und niedrigviskose Polyolefine bei gleichzeitiger Senkung der Betriebskosten.

## Produktionskapazität erhöht

Im Hinblick auf die Produktionskapazität kann die neue Six-Class-Pumpe bei im Wesentlichen gleicher Größe deutlich höhere Produktionsraten erreichen, ohne dabei mehr zu kosten als eine herkömmliche Zahnradpumpe. Dies wird auf drei Wegen erreicht:

► Das spezifische Volumen, beziehungsweise die Leistung pro Umdrehung der Six Class wurde erhöht, so dass sie bei einer bestimmten Drehzahl höhere Polymermengen pro Stunde abgeben kann. Dazu

wurde das Zahnprofil neu gestaltet und die Zähne wurden verlängert, um die dazwischenliegende Fläche zu vergrößern. Der Wellendurchmesser der Pumpe wurde ebenfalls vergrößert, um die längeren Zähne bei gleichbleibender Druckbelastbarkeit aufnehmen zu können.

► Das Design der Six-Class-Pumpe ermöglicht eine drastisch verbesserte volumetrische Effizienz. Bei herkömmlichen Zahnradpumpen liegt die tatsächliche Leistung pro Umdrehung um 10 bis 30 Prozent unter dem spezifischen Volumen der Pumpe. Die neu gestaltete Geometrie der Six-Class-Pumpe schließt Rückflusswege und reduziert den Rückfluss um die Hälfte. Dies entspricht einer Steigerung der Pumpenleistung pro Umdrehung um bis zu 15 Prozent, ohne dass die Pumpengröße vergrößert oder zusätzliche Kühlsysteme hinzugefügt werden müssen.

► Die neue Lagergeometrie der Six-Class-Pumpe führt zu einer verbesserten Wärmeübertragung und niedrigeren Lagertemperaturen. Durch den größeren Wellendurchmesser der Pumpe konnte auch der Innendurchmesser des Lagers vergrößert werden. So entsteht ein schmalerer Lagerquerschnitt, der eine schnellere Ableitung von Stauwärme im Lager ermöglicht und zu einer Erhöhung der Drehzahlgrenze und damit der Produktionskapazität der Pumpe führt.

## Zuverlässigkeit erhöht

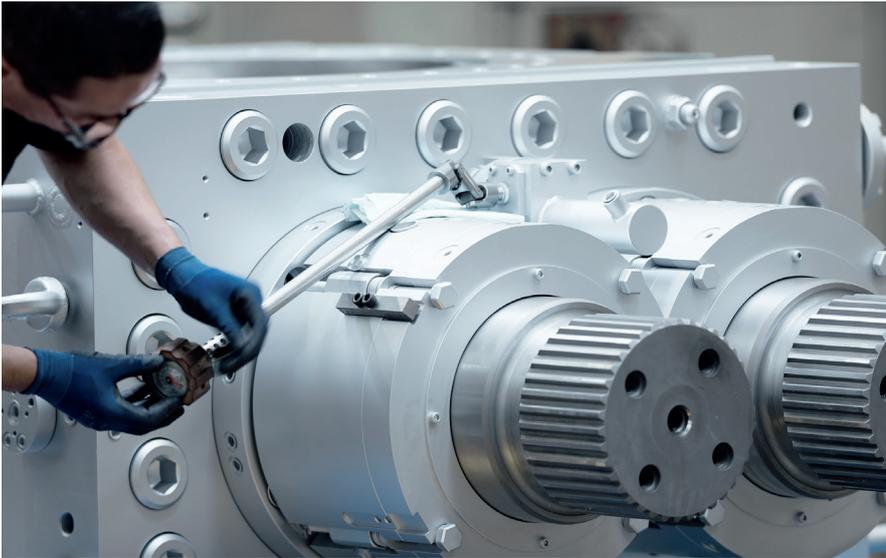
Probleme mit der Zuverlässigkeit werden von der der neuen Zahnradpumpe folgendermaßen gelöst:

► Der vergrößerte Wellendurchmesser der Six-Class-Pumpe reduziert die Wellen-



Bildquelle: Maag

◀ Durch die gesteigerte Pumpenperformance ist das spezifische Fördervolumen im gleichen Bauraum um bis zu 50 Prozent höher.



Bildquelle: Maag

▲ Um Produktionsengpässe bei vorhandenen Anlagen zu beseitigen, bietet der Hersteller für die neuen Schmelzepumpen auch alternative Gehäusekonstruktionen mit passenden Schnittstellen zu älteren Pumpengenerationen an.

durchbiegung und erhöht die Druckbelastbarkeit der Pumpe. Bei Polyolefin-Compoundierprozessen, die typischerweise nur 120 bis 250 bar Druck erfordern, kann die zusätzliche Druckbelastbarkeit der Pumpe als Sicherheitspuffer gegen Druckspitzen dienen.

► Die größere Oberfläche der Lager in der Six-Class-Pumpe ermöglicht eine massive Verbesserung der hydrodynamischen Lagerbelastungskapazität. Die Pumpe kann auch mit einem dickeren Lagerschmierfilm betrieben werden, was die Beständigkeit der Pumpe gegen Prozessstörungen, insbesondere bei der Förderung von niedrigviskosen und scherempfindlichen Polymeren, erhöhen kann.

► Die Six-Class-Pumpe hat durch einen größeren Axialspalt in einem Schlüsselbereich zwischen Lager und Welle eine höhere Toleranz gegenüber Verunreinigungen und Fremdkörpern. Bei herkömmlichen Zahnradpumpen kommt es in diesem Bereich zur Ansammlung und Festsetzung von Verunreinigungen, die oft zu einem Festfressen des Innenlebens der Pumpe führen.

### Pumpenkosten gesenkt

Maag konnte mit dem Design der Six-Class-Pumpe auch die Pumpenkosten optimieren:

► Sie ist zwar kleiner als herkömmliche Zahnradpumpen, kann aber dennoch die gleichen Produktionsraten erreichen. So können die Anschaffungskosten für die Pumpe optimiert werden.

► Die Six-Class-Pumpe bietet Produktionsraten, die bei herkömmlichen Zahnradpumpen nur durch die Anschaffung und den Einbau eines Wellen- und Lagerkühlsystems erreicht werden können. Dabei bleiben die Lagertemperaturen der neuen Pumpe während des Betriebs niedrig.

► Six-Class-Pumpen können mit einer kleineren Antriebseinheit als herkömmliche Zahnradpumpen betrieben werden, da sie eine niedrigere Pumpendrehzahl und einen höheren Wirkungsgrad haben. ■

---

### Autor

#### Ryan Emerick

ist Regional Sales Manager bei Maag in Charlotte, USA.

---

### Kontakt

► Maag Pump Systems Oberglatt, Schweiz  
welcome@maag.com

---

Halle/Stand

9/A04