

# Kontinuierliche Eindampfung und Entgasung von Polymerschmelzen

VDI Wissensforum / VDI Kunststofftechnik – Jahrestagung Aufbereitungstechnik 11/2006  
 Andreas Diener, Roland Kunkel [www.list.ch](http://www.list.ch)



Eine Vielzahl von Polymerisationsprozessen, wie Masse-, Emulsions- oder Lösungspolymerisation, bedingen einen weiteren Aufbereitungsschritt, oft als FINISHING bezeichnet.

## AUFBEREITUNG UND FINISHING VON POLYMEREN

Dieser Aufbereitungsschritt hat das Ziel, das entsprechende Polymer in die für die weitere Verarbeitung notwendige Qualität und Form zu bringen.

Es müssen dabei die nicht umgesetzten Monomere sowie die für die Polymerisation notwendigen Hilfsmittel (Suspensionsmittel, Lösungsmittel, Katalysatoren, Initiatoren und Stopperreste), unerwünschte Nebenprodukte und Oligomere entfernt werden. Die abschließende Formgebung hat sehr oft die Aufgabe, die durch die prozesstechnische Behandlung eingeschlossenen Gasblasen zu entfernen.

Polymere sind komplexe, organische Verbindungen und empfindlich gegenüber möglichen Schädigungen in der Struktur, die sich in veränderten Molmassen bzw. Molmassenverteilungen, Schmelzidizees, damit im weiteren Verarbeitungsverhalten und in den Anwendungseigenschaften auswirken.

## AUFBEREITUNGSPROZESSE

Die bestehenden Technologien für die Aufbereitung von Polymeren nach der Polymerisation können in ein-, zwei- und mehrstufige Verfahren unterteilt werden. (Abb. 1) Dem entsprechend kommen Stripptechnologien mit nachgeschalteter mechanischer und thermischer Entfernung der Hilfsmittel, Extruder in verschiedenen Bauarten und großvolumige Kneten zum Einsatz.

Die Stripptechnologie ist ein technologisch, energetisch und umwelttechnisch sehr aufwendiges Verfahren, hat aber besonders bei der Notwendigkeit des Auswaschens von Nebenprodukten oder Polymerisationsresten sowie bei temperatursensiblen Produkten eine große Anwendungsbreite.

Die Extrudertechnologie ist vor allem für nicht temperaturempfindliche Polymerschmelzen geeignet, bei denen die Entgasung nicht durch Diffusion bestimmt ist.

Die Knetertechnologie ist vor allem für temperatur- und scherempfindliche Polymermassen geeignet, bei denen die Entgasung diffusionsbestimmt ist.

Die Kombination der Technologien kann für steigende Anforderungen vor allem im Restgehalt an Ausgangs- und Hilfsstoffen bei der Forderung nach Emissionsreduktion oder bei Reduzierung der Temperaturen und damit des Umbruchs in rieselfähige Produkte eine Alternative darstellen.

Neben der Kombination von Stripper und Kneten, wobei der Kneten die Aufgabe der Entfernung des verbleibenden Strippmittels (meistens als geschlossener Trockner) übernimmt, kommt die Kombination von Extruder und Kneten zum Einsatz, wenn durch den Kneten die verbliebenen Polymerisationsreste durch diffusionsbestimmte Prozesse auf die geforderten Werte abgesenkt werden müssen.

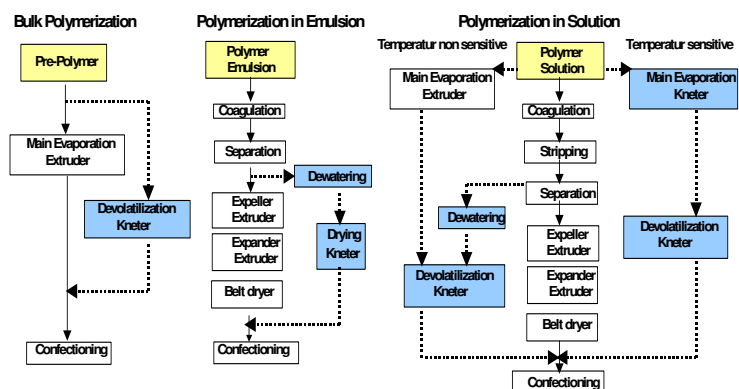


Abbildung 1: Aufbereitungsschritte bei der Entgasung von Polymerschmelzen

Die Kombination von Flash und Kneten stellt dabei die komplexeste Technologie dar, die für die Erhöhung der Produktqualität und der Wirtschaftlichkeit eine hohe Bedeutung hat. Durch den Flash können große Mengen Lösungsmittel und Monomer sehr effizient ohne Zugabe von Hilfsmitteln (Strippmittel) entfernt und im Kneten unter genauer Temperaturkontrolle die Restverunreinigungen produktschonend bis auf einstellige ppm-Gehalte entgast werden.

## WIRTSCHAFTLICHKEIT

Die Stripptechnologie ist das zurzeit für sehr viele Prozesse installierte Verfahren und hat im Vergleich zur maschinenbasierten Technik sehr niedrige Investitionskosten. Mit den steigenden Energiekosten und erhöhten Anforderungen an die Wasser- und Luftreinhaltung wird dieser Effekt enorm geschmälert.

Der Hauptvorteil der Stripptechnologie liegt im integrierten Waschprozess, der Nebenprodukte ausschleust und damit weniger hohe Anforderungen an die Reinheiten der Rohstoffe, wie die Monomeren, stellt oder eine spezielle Katalysatorentwicklung notwendig macht.

Die Extrudertechnologie ist eine sehr effiziente Technik und kann sehr weite Bereiche der Entgasung abdecken, hat aber seine Grenzen bei temperatur- und scherempfindlichen Polymeren mit diffusionsbestimmten Restausgasverhalten, also beim Erreichen von sehr niedrigen Restgehalten von Monomeren, Restlösungsmitteln bzw. unerwünschten Nebenprodukten.

Die Knetertechnologie kommt vorrangig bei temperatur- und scherempfindlichen Polymeren mit sehr niedrigen geforderten Restgehalten an Monomer, Restlösungsmittel bzw. unerwünschten Nebenprodukten zur Anwendung.

Beide maschinenbasierende Technologien sind investitionskostenintensiv, können aber die für den Prozess benötigte Energie deutlich effektiver einsetzen und haben daher energetisch und umwelttechnisch große Vorteile gegenüber der Stripptechnologie.

## KNETERTECHNOLOGIE IN DER POLYMERAUFBEREITUNG

Im Vergleich zu den Stripp- und Extrudertechnologien hat die Knetertechnologie die größten Freiheitsgrade in Bezug auf die kontinuierliche Eindampfung und Entgasung von Polymerschmelzen/Polymersmassen (Elastomeren). (Abb.: 2)

Oft sind die Rahmenbedingungen für die Eindampfung und Entgasung völlig unterschiedlich. Für die Eindampfung von Polymerlösungen mit hohen Lösungsmittel- oder Monomergehalten sind große spezifische Energieeinträge (bis 1 kWh/kg) notwendig. Dabei sind für die schonende Entgasung durch die Veränderung der Betriebsweise sehr niedrige spezifische Energieeinträge (unter 0,1 kWh/kg) und niedrige Vakua ( $1 \text{ mbar}_{(\text{abs})}$ ) bei Verweilzeiten von 0,5 – 2 Stunde möglich, um

die geforderten Restgehalte von wenigen ppm zu erreichen.

Spezielle Geometrien der Austrageinheiten machen eine Rückführung von Gasblasen in den Knetter möglich und liefern eine blasenfreie Schmelze, auch bei höheren Viskositäten. Neben der Eindampfung und Entgasung von Polymerschmelzen sind Knetter auch für die Polymermassen geeignet, die im Finishingprozess in einen Feststoff umbrechen, weil aufgrund der thermischen Beanspruchung eine Prozess Temperatur unterhalb des Glasübergangspunkt ( $T_g$ ) des Polymers gefahren werden muss. Dieser Umbruch findet direkt im Knetter ohne Kreislauf oder Zugabe von Hilfsmitteln statt.

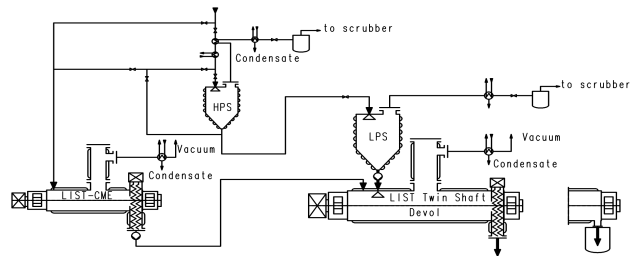


Abbildung 2: Aufbereitungsvarianten bei der Entgasung von Polymerschmelzen mit der kombinierten Knetertechnologie

Die Hauptunterschiede zwischen Knetter- und Extrudertechnologie sind:

- Das deutlich größere Volumen im Knetter für die Abführung von gasförmigen Produkten auch unter tiefen Vakua ( $1 \text{ mbar}_{(\text{abs})}$ ),
- Die Entkopplung von mechanischem Energieeintrag (Drehzahl) und Verweilzeit für eine deutlich schonendere Entgasung bei einer besseren Oberflächen-erneuerung und
- Die Möglichkeit alle Produktphasen, von flüssig über klebrig, pastös bis rieselfähig bzw. Granulat in einer Prozesseinheit zu verarbeiten.

## ANWENDUNG / REFERENZEN

Die Knetertechnologie wurde für die Aufbereitung von EPDM, SAP, ABS, PVAc, PA, Polyester, POM, PMMA sowie Elastomeren und Biopolymeren untersucht und wird teilweise für diese Prozesse seit mehreren Jahren großtechnisch angewendet.