

# Schritt in eine neue Welt

## Innovative Devolatilisierungsprozesse: ein Paradigmenwechsel

Der Einsatz von großen Lösungsmittelmengen in Polymerisationsprozessen mit den damit verbundenen Nachteilen muss nicht sein. Ein neues Verfahren beschreitet neue Wege: Kneten statt strippen lautet die Devise.

DR.-ING. REINHARD GEISLER

Für die Herstellung zahlreicher Polymere wird großtechnisch die Lösungspolymerisation eingesetzt, und zwar immer dann, wenn die Wärmeableitung bei der Blockpolymerisation, d.h. ohne den Einsatz von Lösungsmitteln, nicht ausreicht oder wenn als Endprodukt Polymerlösungen hergestellt werden sollen. Als Lösungsmittel

werden in der Regel organische Lösungsmittel, z.B. Toluol, Hexan oder Cyclohexan, verwendet, bei denen sowohl die Monomere, als auch die bei der Polymerisation entstandenen Polymere gelöst sind.

Die Herstellung von Thermoplasten, Kautschuken oder auch Elastomeren erfordert einen erheblichen Energie- und Equipmentaufwand, um das Lösungsmittel vom Polymer als Endprodukt abzutrennen. Je nach Anforderung in der Verarbeitung und je nach Anwen-

dungsfall der Polymere liegen die Grenzwerte an Rest-Lösungsmittel oder Rest-Monomeren deutlich unter 3000 ppm, in Einzelfällen sogar unter 500 ppm. Der entscheidende Prozessschritt neben der eigentlichen Polymerisationsreaktion ist daher die Abtrennung des Lösungsmittels aus der Polymerlösung. Da die Lösungsmittel und die noch vorhandenen Monomere stets einen geringeren Verdampfungsbereich gegenüber dem reinen Polymer aufweisen, wird dieser Vorgang auch als Devolatilisierung bezeichnet.

Das bisherige, weit verbreitete Verfahren zur Entfernung von Lösungsmitteln und Rest-Monomeren benutzt das Wasserdampfstrippen, bei dem die Polymerlösung mithilfe von überhitztem Wasserdampf aufgeheizt und gleichzeitig das Lösungsmittel ausgetragen wird. Die Verdampfungsenthalpie für das Lösungsmittel wird somit durch den Wasserdampfstrom bereitgestellt. Der Wasserdampf

Der Autor ist Mitarbeiter der LIST AG, Arisdorf/Schweiz.  
Tel. +41 (0) 61 / 8 15 30 00



Pilotanlage mit zweistufigen Devolatilisierungsprozess für Kautschuke, Thermoplaste und Elastomere

Bild: LIST

**Magazin** • Lesen Sie zum Dry Processing auch den Beitrag in PROCESS 9-2009, S. 20.

**Online** • LIST bietet ein pdf über die KneaderReactor-Technologie in der Polymerindustrie zum Download. Dieses sowie weitere Infos zum Beitrag finden Sie auf [process.de](http://process.de) über InfoClick 2122325.

**Events** • Besuchen Sie LIST auf der K 2010 (27.10.–3.11. in Düsseldorf): Halle 9, Stand C24

dient auch dazu, die vorhandenen Katalysatorreste, insbesondere beim Einsatz von Ziegler-Natta-Katalysatoren, zu neutralisieren und aus dem Polymer auszuschleusen. In der Praxis wird der Prozess mit einem erheblichen Energie-, d.h. Wasserdampfüberschuss realisiert. Die anfallende Menge an Wasser/Lösungsmitteldampfgemisch muss im nachgeschalteten Kondensator verflüssigt und abgetrennt werden. Dies erfordert einen umfangreichen apparativen Aufwand zur Aufbereitung des flüssigen Wasser/Lösungsmittelgemisches.

Die Weiterentwicklung der eingesetzten Katalysatoren sowie die zusätzlichen Marktanforderungen nach speziellen Polymergraden, Energie- und Ressourceneinsparung und Reduktion des erforderlichen Equipments haben zu einem Umdenken beim Basic Process Design geführt. Der Trend weg von der konventionellen Technologie mit Wasserdampfstrippen hin zu einer neuen Technologie ohne den exzessiven Einsatz von Lösungsmitteln, mit gesteigerter Energieeffizienz und Einsparung von Prozessequipment öffnet gleichzeitig ein erweitertes Anwendungsfeld für die Herstellung spezieller temperatursensitiver und auch temperaturstabiler Thermoplaste, Kautschuke und Elastomere.

### Neu: direkter Energieeintrag durch Knetarbeit

Dieser Paradigmenwechsel erfordert ein ganzheitliches Umdenken mit Integration der Polymerisation und der anschließender Monomer-/Lösungsmittelabtrennung. Das Trägermedium für den Energiefluss ist nicht mehr der Wasserdampf, sondern der direkte Energieeintrag durch mechanisch absorbierte Knetarbeit in das Polymer und nur sekundär der Wärmetransport durch Wandkontakt. Damit ist dieser innovative Prozess prädestiniert für Polymerprozesse mit Metallocen-Katalysatoren, da in diesen Fällen überwiegend die Katalysatorreste im Polymer verbleiben können. Die vollständige oder weitgehende Vermeidung von großen Wasserdampfströmen, von List als Dry Processing bezeichnet, findet ein breites Anwendungspotenzial für eine Vielzahl von Polymeren, wie BR, SBR, EPDM oder SBM.

Die Realisierung dieser Grundidee basiert auf dem Einsatz eines zweistufigen kontinu-

ierlich arbeitenden Verfahrens mit einer Haupteindampfungsstufe und einer nachgeschalteten Devolatilisierungsstufe. Die Prozessbedingungen (mechanischer Leistungseintrag, Heiztemperaturen, Betriebsdrücke, etc.) können individuell eingestellt werden, um eine effiziente, schonende Produktbehandlung sicherstellen zu können. Die Kombination dieser neuen Prozesstechnologie mit bekannten und neuen Polymerprodukten wird bei List zuerst im eigenen Technikum mit einer speziell dafür entwickelten Pilotanlage erprobt und optimiert und gegebenenfalls in einer externen semi-industriellen Anlage bei der Fraunhofer-Gesellschaft verifiziert.

Die Verarbeitung von hochviskosen Polymerschmelzen erfordert spezielle Apparate mit optimierter Knetwellengeometrie und einer entsprechend robusten mechanischen Auslegung für Drehmomente bis mehrere Hunderttausend Nm im Dauerbetrieb. Während die Haupteindampfungsstufe über den Energiefluss zur Verdampfung des Rest-Lösungsmittels und der verbliebenen Monomere kontrolliert wird, ist die Devolatilisierungsstufe in der Regel diffusionslimitiert.

Die Ergebnisse der Testphase zeigen, dass mit geringerem Energieaufwand gleiche oder sogar bessere Produktqualitäten erzielt werden können. Der Gesamtnutzen dieses innovativen Verfahrens liegt in der Kombination mehrerer Faktoren, wie Investitionsbedarf, Energieeinsatz, Flexibilität, Umweltverträglichkeit, Vermeidung von großen Lösungsmittelströmen, etc.

Auf der Basis der KneaderReactor-Technologie von List wird eine komplette Systemlösung mithilfe verifizierter Scale-up-Berechnungen, inklusive Eintrags- und Austragssystem, Kondensations- und Vakuumanlage, Heizanlage, Produkttransfer und nachgeschalteter Polymerbehandlung, Polymerschmelzefilter und Pelletierung ausgelegt. Die Funktion und Spezifikation der einzelnen Komponenten sind aufeinander abgestimmt und optimiert. Diese erprobte, ausgereifte Dry Finishing-Technologie ist weit mehr als die Integration nur einer Komponente in eine bestehende Anlage; sie ist vielmehr der Schritt in eine neue Welt mit einer Vielzahl neuer Anwendungsmöglichkeiten bei der Herstellung von Polymeren.