

Polymerentgasung im Vakuumverdampfer

HANS KEIST
DANIEL DÜNNENBERGER
SULZER CHEMTECH

Die Polymerisation – eine chemische Reaktion, bei der sich mehrere gleiche Moleküle miteinander zu Ketten verbinden – ist von großer technischer Bedeutung bei der Herstellung vieler Kunststoffe. Für die dabei notwendige Entgasung bietet Sulzer Chemtech ein wirtschaftliches und zuverlässiges Verfahren an, das jetzt auch bei der Polycarbonat-Herstellung eingesetzt wird.

► Medikamentenverpackungen, Joghurtbecher, Innenverkleidungen in Kühlschränken, Kunststoffgläser für Brillen (Bild 1), Compact Discs, Autoteile oder Trinkbecher sind nur einige von zahlreichen Produkten aus Polycarbonat oder Polystyrol. Polymer-Kunststoffe sind das Ausgangsmaterial für unzählige Ge-

genstände des täglichen Bedarfs und werden deshalb in großen Mengen industriell hergestellt.

Niedriger Restmonomergehalt

Bei der Herstellung löst eine Startreaktion das Wachstum der Monomere zu langen Molekülketten aus, während eine Abbruchreaktion es beendet. Dabei bleibt ein



1 Kunststoffgläser von Brillen bestehen häufig aus Polycarbonat. Bei der Herstellung dieses Polymers kann die kostengünstige und hochwirksame Devoli-Entgasungstechnik von Sulzer Chemtech eingesetzt werden.

Anteil nicht gebundenen Monomers zurück, der die Qualität des Endprodukts beeinträchtigt und der deshalb möglichst niedrig gehalten werden muss. Meist setzt sich das Produkt der Polymerisation wie folgt zusammen:

- ▶ Polymer (erwünschtes Produkt)
- ▶ Beimischungen von ungebundenem Monomer
- ▶ Oligomer aus nur wenigen gebundenen Molekülen
- ▶ Lösemittel
- ▶ Sonstige Verunreinigungen

Der Anteil der unerwünschten Stoffe ist mehrheitlich leichtflüchtig, dies jedoch erst bei Temperaturen, bei denen die Polymerqualität stark beeinträchtigt würde. Für die Entfernung der uner-

wünschten Anteile aus der hochviskosen Polymerschmelze hat Sulzer Chemtech das Entgasungsverfahren «Devoli» entwickelt, mit dem außergewöhnlich tiefe Gehalte an Restmonomer und Lösemittel im Endprodukt erreicht werden. Darüber hinaus verbraucht das Sulzer-Verfahren wesentlich weniger Energie als konkurrierende Methoden. Zudem trägt die schonende Prozessführung wesentlich zum Erhalt der ursprünglichen Polymerqualität bei.

Entgasung mittels statischer Einrichtungen

Der Entgasungsprozess beruht im wesentlichen auf einer Vakuumverdampfung in statischen Einrichtungen. Abhängig vom Restmonomergehalt nach der Polyme-

risation und von den gewünschten Eigenschaften des Produkts bietet Sulzer Chemtech ein- oder mehrstufige Entgasungsanlagen an.

Die erste Stufe einer Devoli-Anlage besteht aus einem statischen Mischer-Wärmetauscher und einem Entspannungskessel zur Vakuumentgasung. Der Wärmetauscher mit integrierten Mischelementen (Bild 2) sorgt für ein schnelles und gleichmäßiges Erwärmen des Polymers, das aus der Reaktionsstufe zugeführt wird. Eine örtliche Überhitzung, welche die Polymerketten zerstören könnte, wird dadurch vermieden. Das gleichzeitige Mischen und Erhitzen reduziert zudem die Verweilzeit des Polymers und verhindert so unerwünschte Hitzereaktionen.

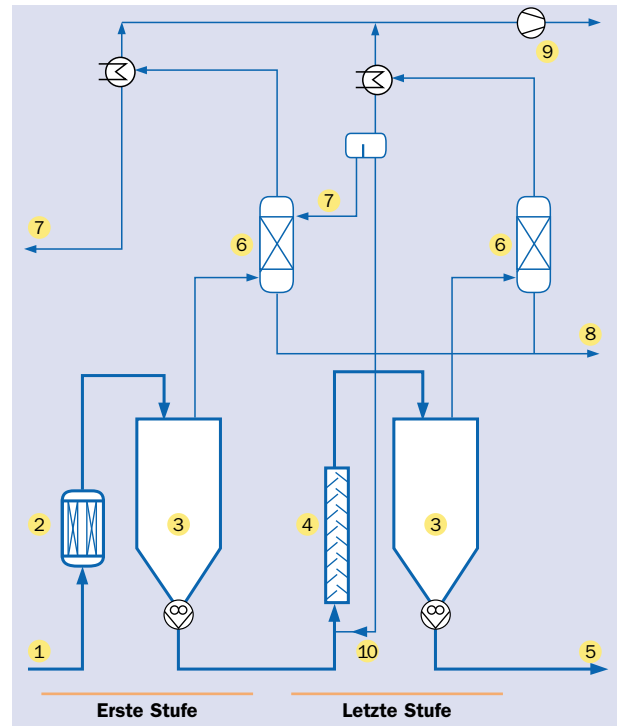
2 Die Wärmeübertragung in diesem Wärmetauscher mit SMXL-Mischer-Einbauten ist vier- bis achtmal größer als in einer normalen Rohrleitung. Dadurch gleichen sich schädliche Temperaturdifferenzen in der Polymerschmelze schneller aus.



0682 2068-2

3 Die Anlagen zur Verdampfungsentgasung benötigen kaum bewegte Maschinenteile wie beispielsweise Kreiselpumpen. Dadurch steigt die Anlagenverfügbarkeit, während die Wartungskosten niedrig bleiben.

- 1 Polymer mit Restmonomer und weiteren Verunreinigungen
- 2 Statischer Mischer-Wärmetauscher
- 3 Entspannungskessel
- 4 Statischer Mischer
- 5 Entgaste Polymerschmelze
- 6 Trennkolonnen
- 7 Monomer + Lösemittel zum Rezyklieren
- 8 Oligomer
- 9 Vakuumpumpe
- 10 Schleppmittel



Die eigentliche Stofftrennung durch Entgasung erfolgt im nachgeschalteten Entspannungskessel (Bild 3). Bei der so genannten Flashverdampfung wird das Polymer schlagartig entspannt, wodurch der leichtflüchtige Teil – bestehend aus Monomer, Oligomer und Lösemittel – verdampft. In einer Trennkolonne werden Lösemittel und Monomer aus diesem Dampf abgetrennt und der Reaktion erneut zugeführt, während das Oligomer nicht weiter verwendet werden kann.

Falls eine außergewöhnlich hohe Reinheit des Polymers erwünscht ist – dies ist beispielsweise bei der Verwendung von Polystyrol für Lebensmittelverpackungen notwendig –, lässt sich der Restmonomergehalt in weiteren Stufen auf unter 100ppm im Endprodukt senken (speziell durch den Einsatz so genannter Schleppmittel wie CO₂, Wasser oder Stickstoff).

Geringe Kosten

Das von Sulzer Chemtech entwickelte Verfahren ist möglichen Alternativtechnologien in mehrfacher Hinsicht deutlich überlegen. Sowohl Investitions- als auch Betriebskosten liegen unter denjenigen für konkurrierende Systeme, wie eine Fallstudie für eine Beispielanlage von 25 000 Jahrestonnen belegt (Bild 4).

Aber auch in technischer Hinsicht bietet die Vakuumentgasung große Vorteile, können doch nahezu alle Polymere mit dieser Methode gereinigt werden. Da auf den Einsatz von rotierenden Pumpen weitgehend verzichtet wird, ist das Polymer während des Entgasungsvorgangs nur geringen Scherkräften ausgesetzt. Zudem sind die Verweilzeiten kurz und bewegen sich in einem engen Spektrum. Dadurch kann gewährleistet werden, dass die Produkteigenschaften erhalten bleiben.

Vor allem bei der Herstellung von Elastomeren ist dies ein bedeutender Vorteil.

Die Eigenschaften des Sulzer-Verfahrens bezüglich der beiden wichtigen Kriterien Energieverbrauch und Rohstoffausnutzung überzeugen ebenfalls. Die effiziente Erwärmung des Polymers im Mischer-Wärmetauscher und die geringe Anzahl an Pumpen, die Antriebsenergie benötigen, senken den Energieverbrauch des gesamten Systems. Wird Wasser als Schleppmittel verwendet, kann zudem wegen des geschlossenen Kreislaufs auf eine externe Abwasseraufbereitung verzichtet werden.

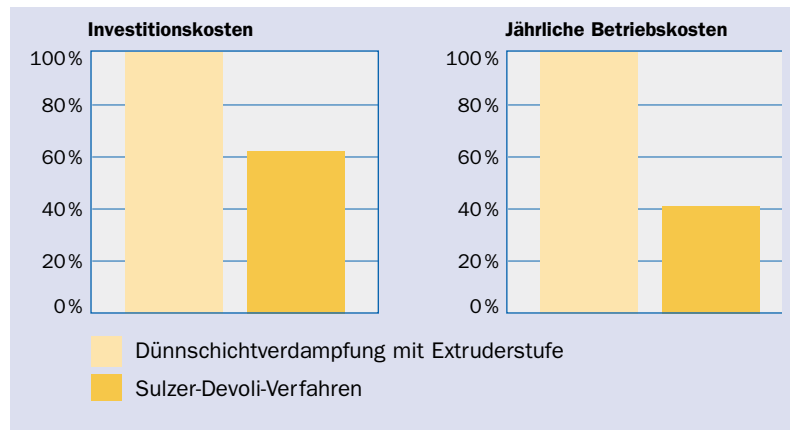
Langjährige Erfahrung

Die Umsetzung des einfachen Prinzips in eine komplexe chemische Großanlage ist nicht trivial und erfordert viel Know-how und Erfahrung. Sulzer Chemtech ist es

gelingen, mit Erkenntnissen aus der Mischertechnologie eine simple Idee zum erfolgreichen Verfahren zu machen. Die Schlüsselkomponenten des Systems sind der Mischer-Wärmetauscher, der Entspannungskessel und der statische Mischer. Alle diese Komponenten werden bei Sulzer hergestellt und durch Einbauten an die spezifischen Stoffeigenschaften des jeweiligen Produkts angepasst. Insbesondere beim Einsatz von Schleppmitteln stellt das Design der Einbauten im Entspannungskessel außergewöhnliche Anforderungen an den Konstrukteur. Abschließende Laborversuche tragen ebenfalls dazu bei, Polymere von höchster Qualität und Reinheit herzustellen.

Polycarbonat-Entgasung im Iran

Bei der Herstellung von Polystyrol in lebensmittelechter Qualität ist das Devoli-Verfahren von Sulzer Chemtech seit vielen Jahren mit großem Erfolg im Einsatz. Nun ist die Technologie in einem weiteren Einsatzbereich auf dem Weg zur industriellen Anwendung, nämlich zur Herstellung von Polycarbonat. Für die iranische Khouzestan Petrochemical Company haben die Ingenieure von Sulzer Chemtech den Entgasungsteil einer Polycarbonat-Anlage geplant. Ab 2003 soll in der «Bandar Iman Petrochemical Zone» im Südwesten Irans der farblose Kunststoff im industriellen Maßstab produziert werden. Ursprünglich war in dieser Anlage die Verwendung herkömmlicher Entgasungstechnologie vorgesehen. Auf Vorschlag der Fachleute von Sulzer Chemtech wurde nachträglich die Verwendung einer



4 Das Sulzer-Konzept zur Polymerentgasung erfordert nur 60% der Investitionen und 40% der Betriebskosten im Vergleich zu einer zweistufigen Dünnschichtverdampfung mit Extruderstufe (Jahresproduktion 25 000 t).

Vakuumentgasung geprüft. Die Vorteile dieses Verfahrens waren so deutlich, dass die Planung im Nachhinein geändert wurde. Sulzer erhielt den Auftrag für Planung und Lieferung der Aggregate zum Entfernen von Monomer



5 Entspannungskessel einer Sulzer-Devoli-Anlage auf dem Weg zum Kunden.

und Lösemittel aus dem Polycarbonat. In einer Pilotanlage wurden die Prozessparameter an die spezifischen Anforderungen des Kunden angepasst, sodass bei der Inbetriebsetzung mit keinen Komplikationen gerechnet wird. Neben der Herstellung von Polystyrol – seit vielen Jahren sind verschiedene Devoli-Anlagen von Sulzer in Betrieb – und jetzt für

Polycarbonat (Bild 5) sehen die Experten von Sulzer Chemtech auch bei anderen Polymeren noch großes Potenzial für das Verfahren. Polyethylen, Polyvinylacetat oder Elastomere sind einige weitere Produkte, die mit Devoli entgast werden könnten. Im Rahmen von Umbauprojekten lassen sich auch bestehende Anlagen auf diese energieeffiziente und wirtschaftliche Technik umrüsten. ◀

KONTAKT
 Sulzer Chemtech AG
 Hans Keist
 Postfach 65
 CH-8404 Winterthur
 Schweiz
 Telefon +41(0)52-262 68 14
 Telefax +41(0)52-262 03 88
 E-Mail hans.keist@sulzer.com