

Cool gemischt

Intensives statisches Mischen mit effektivem Wärmeaustausch verbinden

Statische Mischer sind kompakt, aber sie können die Schmelztemperatur nicht absenken. Zu neuen Möglichkeiten in der Verfahrenstechnik führt die Kombination eines statischen Mixers mit einem leistungsfähigen Kühler in einem einzigen Gerät.

Statische Mischer werden schon lange für das Homogenisieren von Kunststoffschmelzen und anderen viskosen Flüssigkeiten eingesetzt. Solche Geräte können ihre Mischleistung bereits auf kurzer Baulänge erreichen (**Bild 1**). Sie mischen nicht nur



Bild 1. Mischen bei kurzer Baulänge: Promix Statikmischer SMB plus

(© Promix)

unterschiedliche Stoffe und Additive intensiv, sondern bewirken mit ihren speziellen, kreuzweise angeordneten Stegen zudem eine Vergleichmäßigung der Strömungsgeschwindigkeit und Schmelztemperatur über den ganzen Mischerquerschnitt. Dies sind ideale Voraussetzungen für nachfolgende Prozessschritte wie zum Beispiel die Anströmung einer formgebenden Düse.

Ein Nachteil der statischen Mischer ist, dass die Schmelztemperatur nur vergleichmäßig, nicht aber gezielt angepasst werden kann. So lässt sich nur die Temperatur ausgleichen, die das vorgeschaltete Verfahrensteil, zum Beispiel ein Extruder, liefert. Das Temperaturniveau wird zudem angehoben, bedingt durch den Druckverlust im statischen Mischer und durch den höheren Staudruck, der im Extruder zu mehr Friktionswärme führt. In vielen Fällen ist aber eine Temperaturerhöhung für den Prozess nachteilig und unerwünscht. So können erhöhte Tem-

peraturen zum Beispiel zu Qualitätseinbußen führen, die sich nur durch eine Reduktion der Ausstoßleistung kompensieren lassen. Den Mischermantel zu kühlen führt erfahrungsgemäß nicht zu einer effektiven Reduktion der Schmelztemperatur, da die Wärmeaustauschfläche zu gering ist.

Das Kühlen von viskosen Flüssigkeiten wie z.B. Kunststoffschmelzen ist sehr anspruchsvoll, da die Schmelze durch ihre ansteigende Viskosität zum Anhaften an der Kühlfläche neigt. Dies führt zu unerwünschten Ablagerungen, die den Wärmeaustausch stark reduzieren oder im Extremfall praktisch unterbinden. Diesem Problem entgegen wirkt es, die Wärmeaustauschoberfläche sehr groß zu dimensionieren und den Kühler mit sehr kleinen Temperaturdifferenzen zu betreiben, was aber zu sehr großen Kühlern mit einer sehr schlechten Verweilzeitverteilung, einer ungleichmäßigen Durchströmung und ungenügender Selbstreinigung führt. Zudem hätten solche Kühler eine Einbaulänge, die oft nicht zur Verfügung steht und wären sehr teuer. Ableitbleche an Kühlrohren oder das Ausführen von Kühlrohren in einer Art Mischerstruktur bringen eine Verbesserung, lösen aber das Grundproblem nicht und bleiben daher immer ein Kompromiss.

Funktionsprinzip des Kühlmischers

Mit der P1-Kühlmischertechnik der Promix Solutions AG, Winterthur/Schweiz, ist es nun erstmals gelungen, einen hochwirksamen statischen Mischer mit einem Hochleistungskühler »

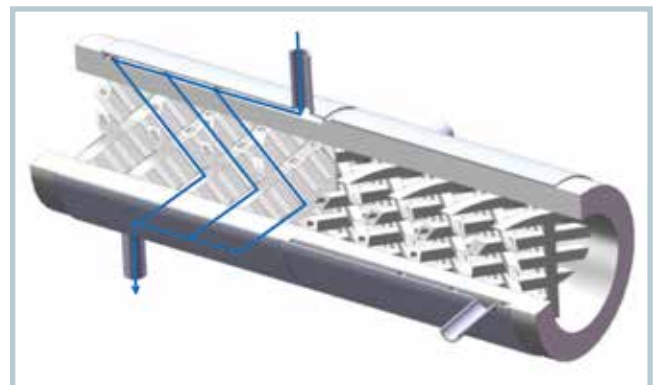


Bild 2. Kühlmischer: Das Kühlmedium wird auf kurzen Wegen durch die Hohlkanäle geführt, die gleichzeitig mechanisch als Mischerstruktur wirken (© Promix)

Der Autor

Dr. Rolf Heusser ist CEO der Promix Solutions AG in Winterthur/Schweiz; r.heusser@promix-solutions.com

Service

Digitalversion

» Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/4815477

English Version

» Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com

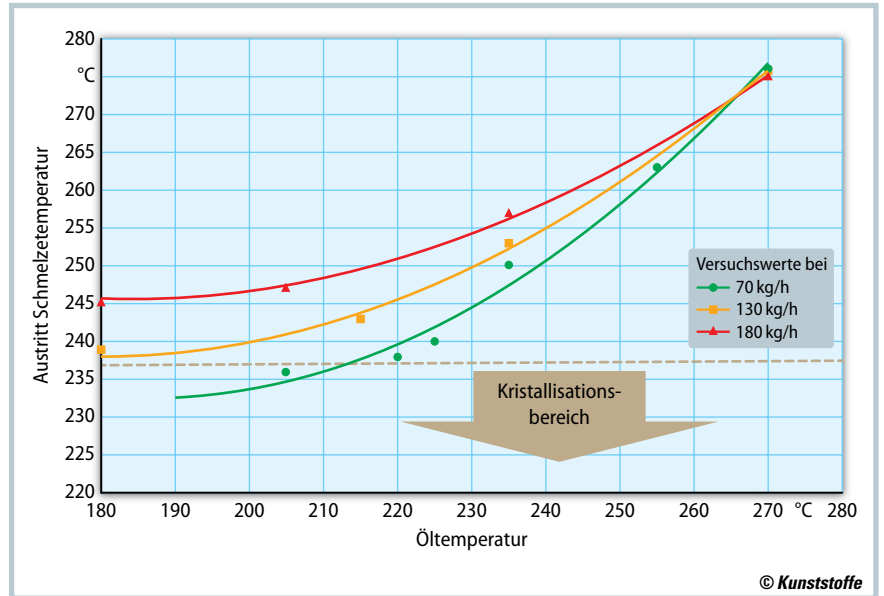


Bild 3. Kein Einfrieren: Das Abkühlen von PET-Schmelze nahe an den Erstarrungspunkt verläuft bei unterschiedlichen Schmelzedurchsätzen und Öltemperaturen problemlos (Quelle: Promix)

ohne Kompromisse zu kombinieren. Dabei wird das Wärmeträgermedium, vorzugsweise Öl oder Wasser, durch Hohlkanäle in einer Mischerstruktur geführt (**Bild 2**). Diese Geometrie bewirkt eine fortlaufende Erneuerung der Grenzschichten an der Kühlfläche und somit enorm hohe Wärmeübertragungsraten. Je nach Prozessbedingungen lassen sich so Wärmeübertragungskapazitäten von 200 bis über 400 W/m²K erreichen. Durch die fortlaufende Erneuerung der Grenzschichten ist die Kühlmischertechnik unempfindlich gegen Ablagerungen und Einfrieren. So können auch sehr hohe treibende Temperaturdifferenzen eine hohe Kühlwirkung erzielen. Als Beispiel ist in **Bild 3** das Herunterkühlen einer PET-Schmelze nahe an den Erstarrungspunkt von 237 °C mit treibenden Öltemperaturen von bis zu 180 °C dargestellt. Da der P1 gleichzeitig als statischer Mischer arbeitet, erzielt das Gerät eine mit einem konventionellen Kühler nicht erreichbare enge Verweilzeitverteilung. So haben Tests gezeigt, dass sich ein

mit rot eingefärbtem Polypropylen gefüllter Kühlmischer innerhalb von drei Verweilzeiten zu mehr als 99 % und innerhalb von 5–6 Verweilzeiten komplett durch nachfließendes farbloses Polypropylen selbst reinigt. Die direkte Anbindung der Stege an das Gehäuse führt zudem zu einer sehr hohen Festigkeit. So können solche Kühlmischer problemlos mit Druckverlusten bis zu 150 bar beaufschlagt werden.

Aktuelle und kommende Anwendungsfelder

Mittlerweile ist die patentierte Kühlmischertechnik in vielen Anwendungsfeldern im Einsatz und es ist abzusehen, dass weitere dazukommen werden. Wichtige Anwendungsfelder sind:

- **Prozesse, die eine präzise Temperaturführung und sehr homogene Schmelze erfordern.** Zum Beispiel ist in vielen Extrusionsprozessen eine exakte Temperaturführung ent-



Bild 4. Mehr Durchsatz in der Extrusion: PET/PS-Verpackungsfolienproduktion

(© Promix)

scheidend; uneinheitliche oder zu hohe Schmelzetemperaturen führen zu Qualitätsproblemen. Ein Kühlmischer erlaubt bei solchen Prozessen eine gleichbleibend konstante Temperaturführung unabhängig von Extrusionsbedingungen und Rohstoffqualität. Gleichzeitig wird die Schmelze weiter homogenisiert und gemischt, was zusätzlich zu einer verbesserten Produktqualität beiträgt. Als Anwendungsbeispiele sind hier Durchsatzsteigerung bei Extrusionslinien und verbesserte Produktqualität bei Compoundier-, Granulier- und Faserspinnprozessen zu nennen.

- **Kühlen verweilzeitkritischer Schmelzen:** Prozesse, bei denen Schmelzen oder andere viskose Flüssigkeiten gekühlt werden müssen und Probleme mit Verweilzeit, Ablagerungen, Produktzersetzung und Selbstreinigung (etwa beim Farbwechsel) entstehen (**Bild 4**).



Bild 5. Noch leichterem Leichtschaum: P1-Kühlmischer bei der PS-Leichtschäumfolienherstellung verbessert die Zellstruktur und reduziert die Dichte (© Promix)

- **Kühlen von Schmelzen nahe am Erstarrungspunkt:** Aufgrund der Einfrierproblematik war es bisher nicht möglich, Schmelzen prozesssicher sehr nahe an den Erstarrungspunkt herunterzukühlen. Bei der Herstellung von geschäumten Produkten und speziell bei der Herstellung von Leichtschäumen wie z. B. XPS, XPE oder XPET ist dies aber entscheidend. Die bei tieferen Temperaturen erhöhte Schmelzefestigkeit ist die Basis zur Herstellung von feinzelligen, sehr homogenen Schäumen mit tiefem Raumgewicht (**Bild 5**).
- **Plug-flow-Reaktionen:** Eine sehr enge Verweilzeitverteilung gekoppelt mit einer genauen Temperaturführung ist per Definition die ideale Voraussetzung für Plug-flow-Reaktionen wie z. B. eine Polymerisationsreaktion.

Ausblick

Die P1-Kühlmischertechnik verbindet erstmalig intensives statisches Mischen mit einem effektiven Wärmeaustausch. Das Gerät hat das Potenzial, verfahrenstechnische Prozesse und Produktqualitäten neu zu definieren. Entsprechend bleibt es interessant, weitere Anwendungsmöglichkeiten auszuloten und zu testen. ■