

Nachgehakt

Schlitz- oder Siebvorrichtung bei der Herstellung von CO₂-getriebenen Blockweichschaumstoffen?

Der Anteil von flüssigem CO₂, welches bei der Produktion von Blockweichschaumstoffen mit niedriger Rohdichte als physikalisches Treibmittel verwendet wird, ist in den letzten Jahren immer weiter gestiegen. Dabei unterscheiden sich die zurzeit am Markt verfügbaren Blockschaum-Herstellungsverfahren vor allem durch ein wesentliches Merkmal: Die Konstruktionsweise des Austragsorgans – also die Vorrichtung, in der das CO₂-Polyurethan-Gemisch entspannt und kontrolliert ausgetragen wird.

In der Praxis differenziert man zwischen zwei Konstruktionsvarianten. Bei der einen wird der Druckabbau dadurch erreicht, dass das Reaktionsgemisch durch einen verlängerten Schlitz ausgetragen wird. Bei der anderen Variante handelt es sich um ein „Siebpaket“, bei dem das Gemisch durch eine Reihe von Sieben geleitet wird und dabei eine Druckreduzierung eintritt.

Die Hennecke GmbH – Marktführer auf dem Gebiet der Blockschaumproduktion – setzt für ihre NovaFlex[®]- und NovaFlex[®]-MultiFill-Technologie einen speziell entwickelten **Creamer** ein, dessen Ausführung auf dem Siebkonzept beruht. Dieser patentierte Creamer hat auf Grund der anerkannt gleichmäßigen, feinen Porenstruktur der hergestellten Schäume entscheidend zum weltweiten Markterfolg des NovaFlex[®]-Verfahrens beigetragen (s. Informationen im Kasten).

Wodurch unterscheidet sich die NovaFlex[®]- von der NovaFlex[®]-MultiFill-Technologie?

Die Bezeichnung **NovaFlex[®]** steht für ein umweltfreundliches Verfahren zur Herstellung von Blockweichschaumstoffen mit niedriger Rohdichte, bei dem statt FCKW oder Methylenchlorid flüssiges CO₂ als physikalisches Treibmittel eingesetzt wird.

Mit dem NovaFlex[®]-Verfahren können zurzeit CO₂-Anteile bis über 6 Gewichtsteile und Rohdichten bis unter 14 kg/m³ realisiert werden. Zunehmend wird jedoch Flüssig-CO₂ in niedrigen Konzentrationen auch bei Schäumen mit deutlich höheren Rohdichten zugegeben. Das CO₂ verleiht dabei den Schäumen einen angenehmen, weichen „Touch“.

Die NovaFlex[®]-Technologie wurde 1995 von Hennecke und Bayer auf den Markt gebracht. Nur sechs Jahre später stellte die K-Zeitung in ihrer Septemerausgabe fest, dass sich NovaFlex[®] mit 75 verkauften Anlagen „mittlerweile zu einem Industriestandard“ entwickelt hat. Inzwischen sind fast 90 Anlagen weltweit in der Produktion im Einsatz.

Die neueste Weiterentwicklung im Bereich NovaFlex[®] ist das **NovaFlex[®]-MultiFill**-Verfahren. Mit dieser Technologie können auch funktionale Füllstoffe, wie z. B. Melamin oder Kalziumcarbonat, in Verbindung mit flüssigem CO₂ als physikalisches Treibmittel verarbeitet werden. Dabei werden die Vorteile des NovaFlex[®]-Verfahrens mit einer von Hennecke entwickelten Polyol-Pulver-Gemischherstellung kombiniert. So wird mit diesem Verfahren u.a. brandgeschützter Schaum mit 30 Gewichtsteilen Melaminpulver – bezogen auf die Polyolkomponente – und mit einer Rohdichte von 21 kg/m³ produziert. Die NovaFlex[®]-MultiFill-Technologie ist seit dem Jahr 2001 auf dem Markt.

Welche Kriterien muss das Austragsorgan erfüllen, wenn flüssiges CO₂ als physikalisches Treibmittel eingesetzt wird?

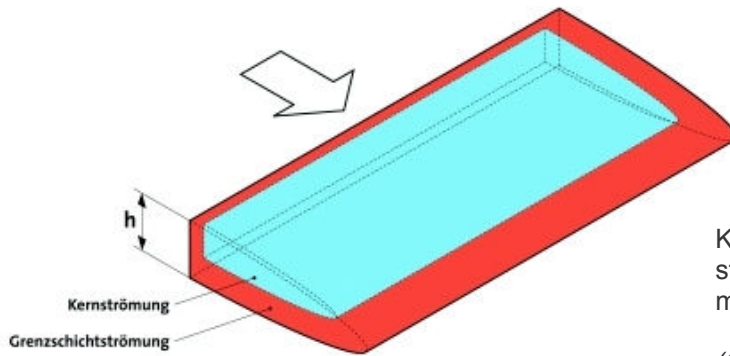
Da das im Reaktionsgemisch gelöste CO₂ vom Lösungsdruck auf Atmosphärendruck entspannt werden muss, kommt dem Austragsorgan eine Schlüsselstellung zu.

Innerhalb von Sekundenbruchteilen muss der Druck abgebaut und das Reaktionsgemisch mit gemäßigter Geschwindigkeit ausgetragen werden, da das schnell expandierende, schaumige Gemisch bereits in einem sehr frühen Stadium empfindlich gegenüber mechanischen Belastungen ist. Bei dieser Entspannung nimmt das Volumen innerhalb kürzester Zeit um deutlich mehr als das Zehnfache zu. Die Aufgabe des Austragsorgans besteht darin, diese quasi explosionsartige Volumenzunahme so kontrolliert ablaufen zu lassen, dass ein feinzelliger Schaum mit gleichmäßiger Zellstruktur entsteht.

Verantwortlich für die Zellbildung und somit für die spätere Zellstruktur ist die so genannte **Nukleierung**. Unter Nukleierung versteht man in diesem Zusammenhang das Freisetzen feinsten Gasbläschen in der Flüssigkeit. Sie wird bewirkt durch das schlagartige Unterschreiten des Lösungsdruckes in Verbindung mit hohen Schergeschwindigkeiten. Ausreichend hohe Schergeschwindigkeiten entstehen dabei in den Grenzschichten beim Durchströmen enger Löcher bzw. Schlitze.

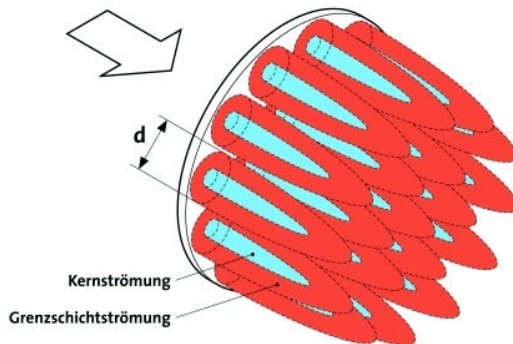
Demgegenüber treten im Kern der Strömung nur geringe Schergeschwindigkeiten auf, sodass dort praktisch keine Nukleierung stattfindet.

Wichtig für eine optimale Nukleierung ist deshalb, dass beim Unterschreiten des Lösungsdruckes der Anteil der **Grenzschichtströmung** möglichst groß im Verhältnis zur **Kernströmung** ist, damit insgesamt eine ausreichend hohe Keimdichte erzielt wird. Entscheidend ist ebenso die Verteilung der Zonen mit hohen und niedrigen Schergeschwindigkeiten. Nur wenn diese Zonen gleichmäßig und homogen in der Strömung verteilt sind, kann auch insgesamt eine gleichmäßige und homogene Nukleierung entstehen. Diesbezüglich besitzt ein Sieb, bei dem die Strömung in eine Vielzahl von Einzelstrahlen aufgeteilt wird, eindeutige Vorteile gegenüber einem einzigen Schlitz.



Kern- und Grenzschichtströmung beim Durchströmen von Schlitzen

(Grafik: Hennecke GmbH)



Kern- und Grenzschichtströmung beim Durchströmen von Sieben

(Grafik: Hennecke GmbH)

Einerseits ist bei einem Siebloch das Verhältnis von Umfang zur Fläche um den Faktor 2 größer als bei einem Schlitz, wodurch auch der Anteil der Grenzschichtströmung im Verhältnis zur Kernströmung größer ist, sodass insgesamt eine höhere Keimdichte erzielt wird. Des Weiteren sind die Kernströmungen mit ihren niedrigen Schergeschwindigkeiten jeweils vollständig umgeben von Grenzschichtströmungen mit hohen Schergeschwindigkeiten, während es beim Schlitz eine zusammenhängende Kernströmung im Zentrum. Daraus ergibt sich bei einer Siebvorrichtung eine deutlich gleichmäßigere und homogenere Verteilung der Zonen mit hoher und niedriger Keimdichte, wodurch eine wesentlich homogenere Zellbildung erzielt wird.

Ein weiterer Nachteil des Schlitzes ist darin zu sehen, dass das Reaktionsgemisch vor der Entspannung auf die gesamte Schlitzbreite verteilt werden muss. Daraus resultieren deutliche **Altersunterschiede** des Reaktionsgemisches beim Eintritt in die Entspannungszone und es ergeben sich je nach Gestaltung entweder Toträume im Außenbereich oder unterschiedliche Geschwindigkeiten im Zentrum und im Außenbereich des Schlitzes. Sowohl das Alter als auch die Strömungsgeschwindigkeit haben jedoch Einfluss auf das wichtige Stadium der Zellbildung und des frühen Zellwachstums. Idealerweise ist das Reaktionsgemisch bei der Nukleierung gleich alt, bei möglichst homogenen Strömungsgeschwindigkeiten.

Demgegenüber kann das Austragsorgan bei Einsatz einer Siebvorrichtung – also bei der Aufteilung der Strömung in eine Vielzahl von Einzelstrahlen – als kompaktes, rundes Bauteil gestaltet werden, sodass die oben aufgeführten Probleme nicht auftreten.

Ein weiteres, wichtiges Kriterium für das Austragsorgan ist die **Füllstofftauglichkeit**. Dabei gilt für beide Anordnungen (Sieb und Schlitz) gleichermaßen, dass die Öffnungen nicht beliebig groß gewählt werden können, um bei gemäßigten Geschwindigkeiten einerseits den schlagartigen Druckabbau zu ermöglichen und andererseits die benötigten Schergeschwindigkeiten zu erzielen. Aus diesem Grund stößt der Prozess sowohl bei der Sieb- als auch bei der Schlitzvariante bei Öffnungen oberhalb von 0,5 mm, insbesondere bei höheren CO₂-Anteilen, an seine Grenzen.

Prinzipiell verträgt der Prozess beim Sieb etwas größere Öffnungen als beim Schlitz. Dies ist darin begründet, dass zum einen die Zonen hoher und niedriger Schergeschwindigkeiten günstiger verteilt sind. Zum anderen kann der **Druckabfall** in kompakten Einzelstrahlen gegenüber Flachstrahlen bei gleicher Geschwindigkeit und gleicher Schlitzhöhe deutlich schneller erfolgen. So ist der Druckabbau in Löchern mehr als zweieinhalb mal schneller als in einem Schlitz gleicher Weite.

Daher ist nicht nur die Nukleierung begünstigt, denn füllstoffhaltige Schäume sind besonders sensibel, auch die Verstopfungsgefahr ist erheblich geringer. Insbesondere trifft dies auf die so genannten Klemmkörner zu, die genau den Öffnungsdimensionen entsprechen.

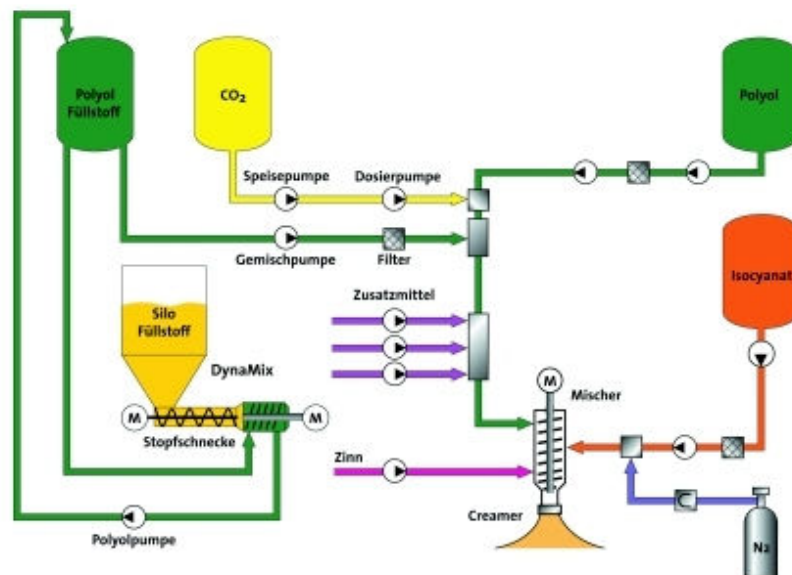
Bei beiden Austragsorganen ist es jedoch gleichermaßen wichtig, dass durch eine geeignete Aufbereitung die engen Öffnungen in der Entspannungszone auch bei stundenlangem Betrieb möglichst vollständig vor Verstopfungen geschützt werden. Dass es sich dabei auch beim Einsatz von Füllstoffen keinesfalls um eine unlösbare Aufgabe handelt, zeigt die NovaFlex[®]-MultiFill-Technologie.

Auf welche Art und Weise erfolgt bei der NovaFlex[®]-MultiFill-Technologie die Füllstoffdosierung?

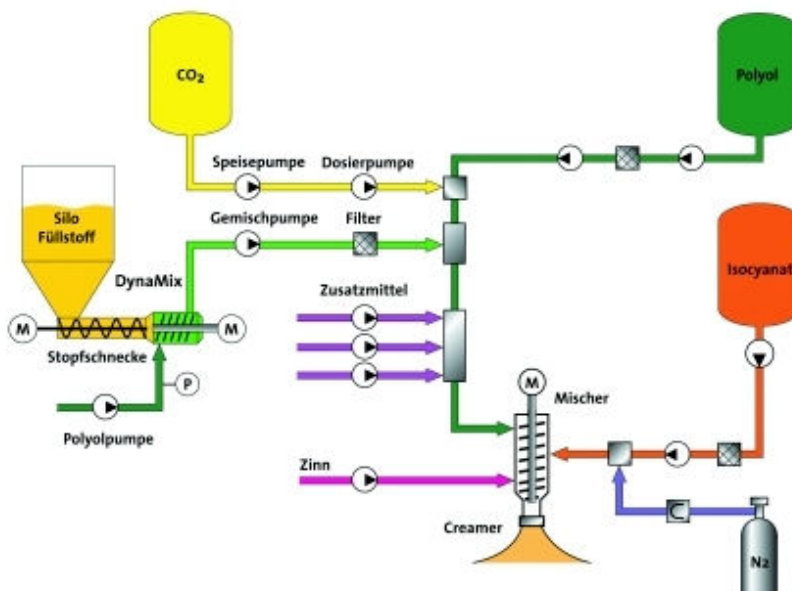
Die Dosierung der Füllstoffe kann wahlweise im Batch- oder im Online-Verfahren realisiert werden. Beim **Batch-Verfahren** werden die Füllstoffe in das Polyol eingemischt, und anschließend wird diese Suspension in einem separaten Batchbehälter zur weiteren Verarbeitung konditioniert.

Alternativ ist auch die **Online-Verarbeitung** des Füllstoffes möglich. Die Einmischung des Füllstoffes in das Polyol erfolgt dabei nach dem patentierten Differenzstrom-Dosierprinzip: Aus dem Polyoltank wird eine definierte Menge kontinuierlich in einen Vormischer dosiert, wobei eine nachgeschaltete Gemischpumpe auf eine höhere Volumenförderung pro Zeiteinheit eingestellt ist. Das Differenzvolumen zwischen den beiden Pumpen wird durch den eingebrachten Füllstoffanteil der Füllstoffschnecke ausgeglichen. Das so gewonnene Polyol-Füllstoffgemisch wird direkt dem laufenden Hauptpolyolstrom zudosiert .

Welches von beiden Verfahren für den Anwender besser geeignet ist, ist abhängig von den Produktionsbedingungen vor Ort sowie dem Anforderungsprofil. Die hohe Schaumstoffqualität bleibt von dieser Entscheidung unberührt.



Füllstoffdosierung im Batch-Verfahren (Grafik: Hennecke GmbH)



Füllstoffdosierung im Online-Verfahren nach dem Differenzstrom-Dosierprinzip (Grafik: Hennecke GmbH)

Wie wird das agglomeratfreie Einbringen der Füllstoffe sichergestellt?

Wenn Füllstoffe mit der CO₂-Technologie verarbeitet werden, ist es besonders wichtig, dass sie agglomeratfrei in die Flüssigphase gelangen. Dies vermeidet Verstopfungen im Creamer und es kommt nicht zu so genannten „weak links“ in der Schaumstruktur auf Grund mangelnder Benetzung.

Sowohl beim Batch- als auch beim Online-Verfahren werden Polyol und Füllstoff in einem speziellen Mischer, dem so genannten **DynaMix**, homogenisiert. Dadurch ist die Bildung einer ag-

glomeratfreien Dispersion und die optimale Einbindung des Füllstoffes in die PUR-Matrix sichergestellt. Im NovaFlex®-MultiFill-Prozess ist auf diese Weise die problemlose Verarbeitung von Melamin und Kalziumkarbonat bis zu einer Partikelgröße von 100 µm möglich. An der Beimischung weiterer Füllstoffe wird zurzeit gearbeitet.

Ausgereifte Technik

Die Vielzahl der verkauften und erfolgreich in Betrieb gegangenen NovaFlex®-Anlagen spricht für den weltweit zunehmenden Einsatz von flüssigem CO₂ als physikalisches Treibmittel und beweist die sichere Beherrschung der CO₂-Technologie mit dem patentierten Creamer.

Auch NovaFlex®-MultiFill-Anlagen haben sich bereits im rauen Produktionsalltag bewährt. Auf ihnen werden gefüllte Blockweichschaumstoffe in der bekannten NovaFlex®-Qualität für die Polstermöbel- und Fahrzeugindustrie gefertigt. Bei der Einmischung der Füllstoffe kommt sowohl das Batch- als auch das Online-Verfahren in der Praxis zum Einsatz.

Vorteile des patentierten Hennecke-Creamers

Variable Bestückung

Die Bestückung des Creamers erfolgt nach dem Baukastenprinzip. Aus einer überschaubaren Anzahl von Komponenten mit unterschiedlichen geometrischen Kennzahlen lässt sich für nahezu jeden Anwendungsfall die passende Kombination zusammenstellen. Auf wesentliche Parameter, wie Druckabbauprofil und Strahlgeschwindigkeiten, kann ganz gezielt Einfluss genommen werden. Die variable Bestückung ermöglicht auch eine flexible und optimale Anpassung für sehr unterschiedliche Rezepturen (CO₂-Anteile und Durchsätze) sowie den Einsatz unterschiedlicher Füllstoffe.

Einfaches Handling

Der Creamer und seine Komponenten sind einfach zu montieren, demontieren und gut zu reinigen. Dadurch ist dieselbe Bestückung über einen langen Zeitraum einsetzbar – eine wichtige Voraussetzung für eine sehr gute Reproduzierbarkeit des Prozesses und eine hohe Produktionssicherheit.

Kompakte Bauweise

Auf Grund der kompakten, runden Bauweise besitzt das Gemisch, das den Creamer verlässt, eine absolut homogene Verweilzeitverteilung. In Verbindung mit einer guten Nukleierung herrschen somit im besonders wichtigen Frühstadium des Zellwachstums ideale Bedingungen für ein gleichmäßiges Aufschäumen des Reaktionsgemisches.

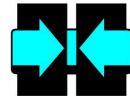
Sehr schöne, regelmäßige Porenstruktur

Schäume, die mit dem NovaFlex®- bzw. NovaFlex®-MultiFill-Verfahren hergestellt werden, verfügen über eine anerkannt schöne Porenstruktur, die der von konventionell gefertigten Schäumen sogar häufig überlegen ist.

Weitere Informationen:

Thomas Kirsten
Leiter Marketing-Kommunikation
Tel. + 49 2241 339-297
Fax. + 49 2241 339-974
e-mail: thomas.kirsten.tk@hennecke.com

Hennecke
Polyurethane Technology



Hennecke GmbH
Polyurethane Technology
Birlinghovener Str. 30
D – 53754 Sankt Augustin

A  Bayer Polymers Company