

# Schnecken nach Maß

Ohne Halobutylkautschuk gäbe es keine schlauchlosen Reifen. Allerdings ist dessen Herstellung energieaufwendig. Gemeinsam mit Bayer Technology Services konnte Lanxess seinen Prozess deutlich verbessern. Unter anderem mit einem maßgeschneiderten Extruder

**D**er Name des Herstellers ist auf dem Stahl gut zu lesen. Und doch könnte man die Anlage, die da im belgischen Lanxess-Werk Zwijndrecht bei Antwerpen steht, nicht im Katalog dieses Herstellers beziehen. Zumindest nicht, was das Innenleben des mehrere Meter langen Stahlzylinders betrifft. „Da haben wir einiges verändert“, nickt Dr. Thomas König. Und das war auch nötig. „Einen Extruder, wie wir ihn für die Aufgabe bei Lanxess benötigten, den kann man weltweit nirgendwo bestellen“, so der Verfahrenstechniker in Diensten von Bayer Technology Services. Also haben er und sein Team einen kommerziell verfügbaren Extruder gekauft und ihn mit Hilfe eines weiteren Partners so modifiziert, dass er seine Aufgabe erfüllt.

**Die Aufgabe eines Extruders ist es in der Regel,** einen mehr oder weniger zähen Stoff entlang einer Förderstrecke zu kneten und dabei zu homogenisieren, vielleicht auch unterschiedliche Komponenten dabei vollständig zu mischen. Oft sind es Kunststoffschmelzen, die auf die Art aufbereitet werden. Dazu rotieren ein oder auch mehrere schraubenähnliche Wellen, sogenannte Schnecken, und fördern das zu bearbeitende Gut dabei von einem Ende zum anderen. Das Grundprinzip hierzu hatte der griechische Gelehrte Archimedes bereits vor über 2000 Jahren erfunden. Allerdings hatte er noch andere Anwendungen vor Augen. Mit seiner archimedischen Schraube gelang es, dünnflüssiges Wasser entgegen der Schwerkraft nach oben zu befördern.

Der maßgeschneiderte Extruder, der nun in Zwijndrecht steht, hat eine andere Aufgabe. Er soll frisch synthetisierten Butylkautschuk von dem Lösungsmittel befreien, in dem zuvor die Synthese stattgefunden hat. Bisher nutzt Lanxess an dieser Stelle des Prozesses eine Stripping-Technologie. Dabei leitet man durch ein Gemisch aus Kautschukkrümel und Flüssigkeit heißen Wasserdampf, der dann das Lösungsmittel mitreißt. Ein äußerst energieaufwendiges Verfahren. Es

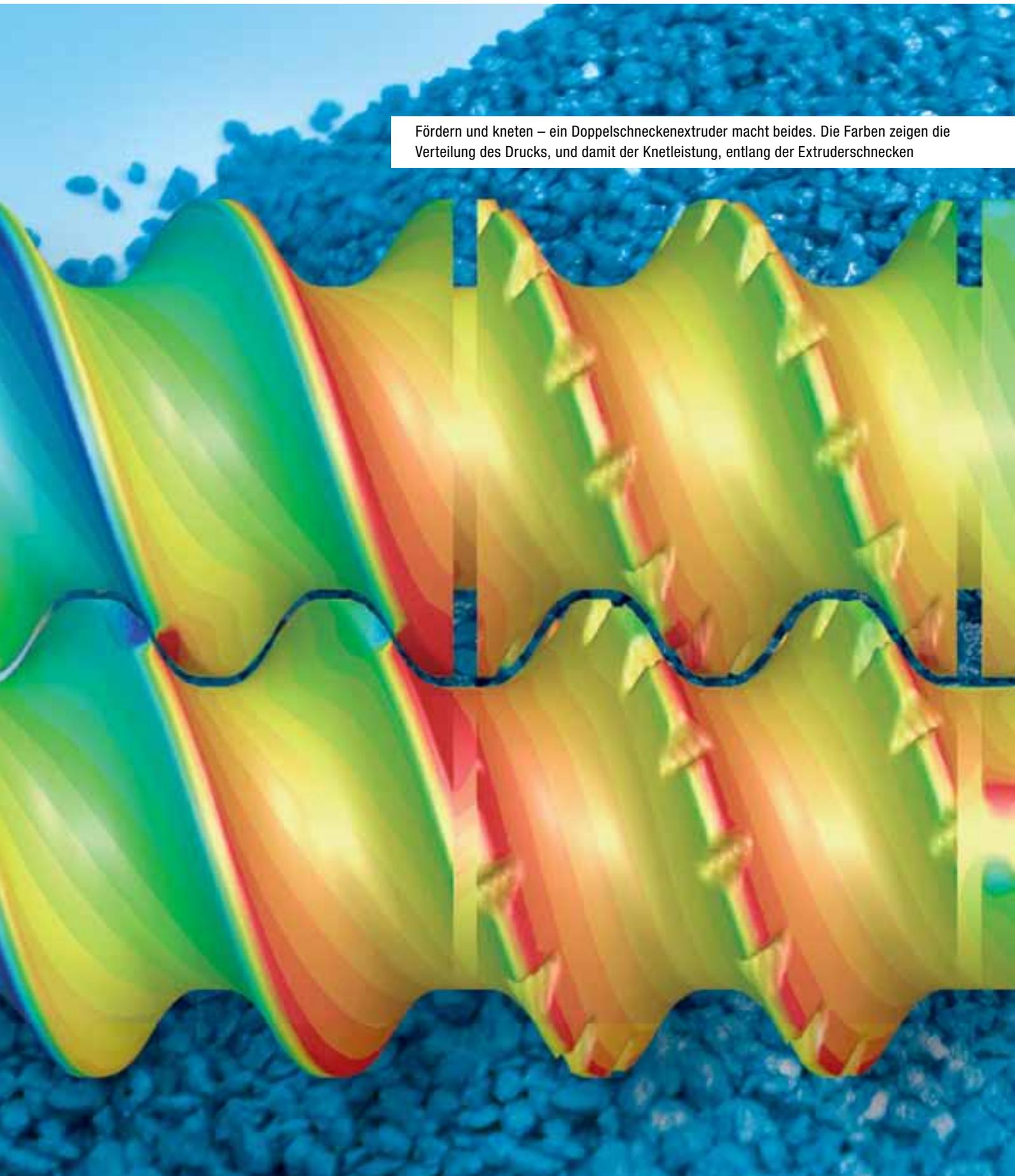
trägt maßgeblich dazu bei, dass je Tonne produzierten Butylkautschuks fast neun Tonnen Wasserdampf benötigt werden. Die Nachfrage nach Butylkautschuk steigt von Jahr zu Jahr (siehe Kasten), und Lanxess ist bestrebt, die Energiebilanz seiner Produktion zu verbessern. Gemeinsam mit Bayer Technology Services hat der Leverkusener Chemiekonzern seinen Prozess deshalb in den vergangenen Jahren optimiert. Das Ergebnis davon ist die große Pilotanlage, die jetzt in Zwijndrecht an der Schelde steht. Die Extruder-Lösung beim abschließenden Austreiben des Lösungsmittels ist ein Teil davon.

Weil das Lösungsmittel unter den im Extruder herrschenden Temperaturen verdampft, spricht man auch von einer Entgasung. Das Entgasen von Polymeren in Extrudern ist an

## Begehrtes Gummi

**S**eit den 1950er Jahren gibt es schlauchlose Reifen. Bis heute wird seither praktisch jeder Reifen innen mit einer Schicht Butylkautschuk ausgekleidet. Lanxess zählt zu den beiden führenden Herstellern dieses Spezialpolymers aus Isobuten und Isopren. Mehr als drei Viertel der jährlich produzierten rund 300 000 Tonnen wandern in die Reifenindustrie. Deren Nachfrage nach dem gasdichten Gummi steigt – vor allem in den asiatischen Boomländern. Für China etwa rechnen Experten bis 2020 mit einem durchschnittlichen jährlichen Plus von 8,8 Prozent bei Reifen. Ein weiteres Einsatzgebiet von Butylkautschuk sind übrigens Kaugummis.

Fördern und kneten – ein Doppelschneckenextruder macht beides. Die Farben zeigen die Verteilung des Drucks, und damit der Knetleistung, entlang der Extruderschnecken





„Einen Extruder, wie wir ihn für die Aufgabe bei Lanxess benötigten, den kann man weltweit nirgendwo bestellen. Deshalb haben wir einen kommerziell verfügbaren entsprechend weiterentwickelt“

Dr. Thomas König, Principal Expert High Viscosity Systems, Bayer Technology Services



sich nichts Neues. Doch gerade bei Kautschuken hat man es immer mit zusätzlichen Herausforderungen zu tun. Je mehr Lösungsmittel entfernt wird, je höher also der Kautschukgehalt in der verbleibenden Masse, desto zäher und klebriger wird diese auch. Wobei zäh noch freundlich ausgedrückt ist und man vielleicht versucht ist, an Honig zu denken. Reiner Butylkautschuk etwa ist dagegen fast ein Feststoff. Würde man ein mit ihm gefülltes Glas umkippen, könnte man Jahre warten, bevor etwas ausläuft. Weil deshalb beim Kneten viel Energie in den Kautschuk eingetragen wird, nimmt dessen Temperatur entlang des Schneckenverlaufs im Extruder zu. „Das ist ein Problem, denn irgendwann kann es so heiß werden, dass der Kautschuk chemisch wieder zerfallen würde“, erklärt Thomas König. Das ist natürlich unerwünscht.

**Und noch ein Umstand trägt dazu bei, der gerade das Entgasen** von Butylkautschuk nicht gerade zum Kinderspiel macht: die Gasundurchlässigkeit dieses Kautschuks. Eine Eigenschaft, über die sich die Hauptabnehmer, nämlich die Reifenindustrie, gerade freut. Denn erst eine Schicht Butylkautschuk im Inneren aller Reifen macht diese luftdicht. Man kann sich gut vorstellen, dass diese Gasundurchlässigkeit gerade dann zu einem echten Hindernis wird, wenn man ein noch vorhande-

Für manche überraschend: Reiner (Butyl)kautschuk ist weiß (l.). Hauptabnehmer für die getrockneten Krümel ist die Reifenindustrie (r.). Alle modernen Gürtelreifen sind innen mit Halobutylkautschuk ausgekleidet

nes Lösungsmittel gasförmig aus der Kautschukmasse austreiben will.

Um trotzdem eine Lösung zu erarbeiten, waren König und seine Teamkollegen genau die Richtigen. „Principal Expert High Viscosity Systems“ steht auf Königs Visitenkarte. Hochviskose Systeme – damit bezeichnen die Fachleute Stoffe, die so zäh sind, dass man sie nicht mehr guten Gewissens als Flüssigkeiten bezeichnen kann. So wie synthetische Kautschuke. König arbeitet bereits seit über 15 Jahren in der Hochviskostechnologie.

Bayer verfügt auf diesem Gebiet über eine jahrzehntelang gewachsene Expertise. Mehr noch: Das Unternehmen hat diesen Bereich der Verfahrenstechnik sogar mit Pionieren und eigenen Erfindungen mitgestaltet. „Vorrichtung zum Verkneten, Gelatinieren und Verpressen von plastischen Massen“ hieß etwa der Titel einer Patentschrift, die erstmals 1944 verfasst und Anfang der 1950er Jahre erteilt wurde. Die



## „Dieses Verfahren ist nicht nur für Butylkautschuk attraktiv. Wir wollen diese Technologie sukzessive auch bei anderen Elastomeren anwenden“

Dr. Hanns-Ingolf Paul, Leiter Global Technology Butyl Rubber, Lanxess



Autoren waren Bayer-Mitarbeiter. Und die „Vorrichtung“, um die es ging, war nichts anderes als ein „gleichläufiger Doppelschneckenextruder“. Ein Extruder mit zwei ineinander greifenden Schnecken also, die beide im selben Drehsinn rotieren. Bei bestimmten Anwendungen weist dies einige Vorteile gegenüber der ebenfalls existierenden „gegenläufigen“ Version auf.

**Und genau so ein gleichläufiger Doppelschneckenextruder** war auch die favorisierte Lösung für die Entgasung des Butylkautschuks. Doch mit den kommerziell verfügbaren Modellen war es leider nicht getan. „Der Temperaturanstieg wäre damit zu groß gewesen“, so König. Also machte sich das Team um König daran, das Innenleben des Extruders geeignet zu verändern. Dabei gibt es grundsätzliche Stellschrauben: zum einen die Geometrie der Schnecken, zum anderen die Größe des Spalts zwischen den zwei Schnecken. In diesem Freiraum wird die Masse geknetet – und durch ihn wird sie weiterbefördert. Je kleiner er ist, desto höher ist der aufgebaute Druck, und damit auch der Entgasungseffekt. Doch auch Reibung und Temperatur nehmen dabei zu. Für die Ingenieure also ein äußerst sensibler Balance-Akt.

Zum Glück haben König und seine Mitstreiter in ihrem Leverkusener Technikum einen Doppelschneckenextruder im Kleinformat stehen. In diesem haben sie im Lauf des Projekts verschiedenste Schneckenelement-Geometrien getestet. „Das waren alles Spezialanfertigungen, mit denen wir eine Firma beauftragt haben“, so König. Um das nicht wahllos zu machen, gingen die praktischen Versuche Hand in Hand mit theoretischen Überlegungen. Dabei halfen die Kollegen aus jenem Bereich von Bayer Technology Services, der sich „Computational Fluid Dynamics“ nennt. Sie verstehen sich auf die Strömungssimulation von Flüssigkeiten und Gasen. Zwar seien gerade Simulationen von Kautschuken extrem schwierig, so König. Dennoch habe die Bildschirmarbeit der Modellierer beim zielgerichteten Konfigurieren der Schneckenelemente wichtige Dienste geleistet.

**Wie die optimalen Schneckenelemente am Ende aussehen**, will König natürlich nicht verraten. Tatsache ist, dass sie nun in der Lage sind, das Lösungsmittel fast vollständig aus der Kautschukmasse auszutreiben, ohne dass der Kautschuk zu heiß wird. Das wurde im kleinen Maßstab in einer Pilotanlage von Lanxess bei Zwijndrecht bestätigt. Und dann kam die Übertragung auf eine große Pilotanlage im Produktionsmaßstab. Fast acht Meter lang ist der Extruder dafür geworden. Auf der einen Seite des Apparats wird das noch gelartige Kautschuk-Lösungsmittel-Gemisch von oben eingespeist, am anderen Ende kommen weiße klebrige Krümel heraus, die dann zu Granulat verarbeitet werden. Mehrere Tonnen Kautschuk in der Stunde durchlaufen den Extruder bei maximaler Betriebsleistung. Die jeweilige Verweilzeit liegt trotz der langen Strecke im Bereich weniger Minuten.

Über das Ergebnis freut man sich auch bei Lanxess. Die ersten Tests haben gezeigt, dass der Chemiekonzern mit dem neuen Prozess über 70 Prozent der Dampfmenge einsparen kann, die beim herkömmlichen Verfahren benötigt wird. Entsprechend geringer fallen die mit der Produktion verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus. Ein schöner Beitrag zum Klimaschutz.

Der Projektleiter aufseiten von Lanxess Dr. Hanns-Ingolf Paul denkt nach diesem Erfolg bereits weiter: „Dieses Verfahren ist nicht nur für Butylkautschuk attraktiv. Wir wollen diese Technologie sukzessive auch bei anderen Elastomeren anwenden.“ In seinem Segment Performance Polymers stellt Lanxess schließlich eine ganze Reihe weiterer Kautschuktypen her. Bei vielen ist derzeit noch das Dampfstripping üblich, für das man nun bei der Butylkautschuk-Produktion eine energiesparende Alternative gefunden hat.