



Babysauger aus Silikon erfreuen sich dank ihrer herausragenden physikalischen und chemischen Eigenschaften weiterhin großer Beliebtheit: Sie sind flexibel, frei von Weichmachern, hypoallergen und bakteriell resistent.

Flexibler Wachstumsmarkt

HTV- und LSR-Verarbeitung Babysauger, Backformen, Dichtungsringe: Viele Silikonprodukte sind aus dem Alltagsleben vertraut. An manch anderer Stelle würde man das flexible Material aber nicht vermuten, wie bei Linsen für LEDs oder unter der Motorhaube eines Fahrzeugs. Gerade dort ist es aber auf dem Vormarsch, und weil weltweit immer mehr Menschen Zugang zu Healthcare-Angeboten haben, wächst auch dieser Bereich. Insgesamt können sich Silikonverarbeiter über zweistellige Steigerungsraten freuen.

Dabei sind die Werkstoff-Vorlieben international unterschiedlich. Während man in Europa Flüssigsilikon (Liquid Silicone Rubber, LSR) bevorzugt, setzt man in China und Amerika auch auf den HTV-Feststoff (High Temperature Vulcanizing). Egal in welcher Form: Silikon bietet herausragende physikalische und chemische Eigenschaften. Es ist hochflexibel, in einem sehr großen Temperaturbereich einsetzbar, äußerst alterungsbeständig, chemisch stabil, schwer entflammbar und frei von Weichmachern. Es ist zudem biokompatibel, hypoallergen, wasserabweisend und bakteriell resistent. Diese Eigenschaften machen Silikon zu

einem beliebten Werkstoff für Anwendungen in der Automobilindustrie und Medizintechnik.

Vergleicht man die Verarbeitung von Silikon mit der von Thermoplasten, fallen zwei Dinge sofort ins Auge: Der Werkstoff entsteht in einem reaktiven Verfahren aus zwei Einzelkomponenten. Die Temperaturführung in Plastifiziereinheit und Spritzgießwerkzeug verläuft genau umgekehrt zu der Verarbeitung von Thermoplasten, nämlich in der Schnecke kalt (etwa 20 °C) und im Werkzeug heiß (ca. 180 °C). In der Praxis heißt das: Bei der Verarbeitung von LSR erreicht das Material nicht in Granulatform die Maschine sondern aus Fässern, in denen sich das Grundpolymer sowie weitere Zusatzstoffe wie Platin-katalysatoren, Vernetzer und Additive befinden. Sobald die Komponenten zusammenfließen und sich in der Mischeinheit vermischen muss gekühlt werden, um eine vorzeitige Reaktion zu vermeiden.

Hohe Anforderungen an Werkzeug- und Maschinentchnik

Besonders anspruchsvoll zu fertigen sind die Werkzeuge für Silikon-Spritzguss-Produkte. Da LSR eine Konsistenz von Honig bis Wasser besitzt, dürfen in den Werkzeugen nur sehr geringe Abweichungen von nicht mehr als bis fünf Mikrometern auftreten, um Leckagen zu vermeiden. Andererseits ist es durch die niedrige Viskosität möglich, die Oberflächenstruktur am Bauteil sehr exakt abzubilden. Jedoch ist das Material häufig zu dünnflüssig, um die enthaltene Luft aus dem Werkzeug zu verdrängen, weshalb oft ein Vakuum am Werkzeug angelegt wird. Spezialisierte Partner von Krauss Maffei liefern Silikonwerkzeuge mit bis zu 256 Kavitäten. Hydraulische, elektrische und Hybrid-Spritzguss-Maschinen mit Schließkräften von 350 bis 6500 kN können im Rahmen des Silcoset-Programmes für die Silikonverarbeitung, auch nachträglich, fit gemacht werden.

Autorin

Cordula Regensburger,
Produkt- und Technologiemanagement
Krauss Maffei Technologies, München

Maschinenseitig kommt bei der Silikonverarbeitung der Plastifiziereinheit eine große Bedeutung zu, da das Material nicht wie bei thermoplastischen Werkstoffen in der Kavität schwindet und mit Nachdruck präzise gefüllt werden kann, sondern sich durch die Vernetzungsreaktion in der Kavität ausdehnt. Um jeden Schuss gleich zu füllen, muss daher sehr exakt eingespritzt werden. Das gelingt sogar bei hydraulischen Plastifiziereinheiten gut durch das Krauss Maffei-Inline-Spritzaggregat mit Einspritzdrehkolben. Die Besonderheit liegt darin, dass beim Füllen der Kavitäten nur die Schnecke mit dem Schneckenschaft bewegt wird, der Motor und die Antriebswelle aber nicht. Durch die geringe zu bewegende Masse ist ein hochpräzises Anfahren der Schneckenposition immer wieder möglich. Zusätzlich minimiert die SilcoSet-Schnecke mit verkürzter Verfahrenslänge den Eintrag von Scherkräften. Der Schaft schließt sehr dicht und eine Staudruckfeineinstellung regelt Drücke besonders präzise im niedrigen Druckniveau. Am Übergang zum Werkzeug sorgt die federbelastete Rückstromsperre für ein reproduzierbares Schließverhalten und die pneumatisch betätigte Tauchdüse verhindert das Austreten von Silikon.

Technik für 2K-Anwendungen

Für die Automobilindustrie ist Silikon vor allem wegen des breiten Temperaturbereichs interessant, in dem das Material eingesetzt werden kann. Moto-

Bei der Verarbeitung von Feststoffsilikon liegt die Kunst in der blasenfreien Verarbeitung der kneteartigen Konsistenz, die unter anderem durch ein intelligentes Design der Zuführeinheit garantiert wird.



ren werden immer größer, leistungsfähiger und damit auch heißer. Das bislang für Dichtungen gebräuchliche Material TPE versprödet unter diesen Bedingungen und büßt seine Funktionsfähigkeit auch bei Bewitterung und UV-Einstrahlung eher ein. Silikon hingegen bleibt von -110 bis 250 °C haltbar, ist UV-beständig und selbsthaftende Typen schmiegen sich bei 2K-Anwendungen gut an Abdeckungen aus Polyamid (auch mit Glasfaseranteil) oder andere Thermoplaste – sogar an Druckgussteile.

Bei 2K-Anwendungen empfiehlt sich die sogenannte Fertigung mit Umsetzen. Dieses kann innerhalb einer Maschine erfolgen oder mit zwei Maschinen, die sich gegenüber stehen. Während eine die Thermoplast-Komponente fertigt, verarbeitet die zweite Maschine das Silikon. In beiden Fällen wird das Thermoplast-Teil durch ein Handling entnommen und in die zweite Kavität eingelegt, in der das Silikon auf die noch aktive Oberfläche aufge-

Für die Automobilindustrie ist Silikon vor allem durch den extremen Temperaturbereich interessant, in dem das Material eingesetzt werden kann. So zum Beispiel bei diesem im Motorraum positionierten 2K-Gehäusebauteil aus PA mit aufgespritzter LSR-Dichtung.

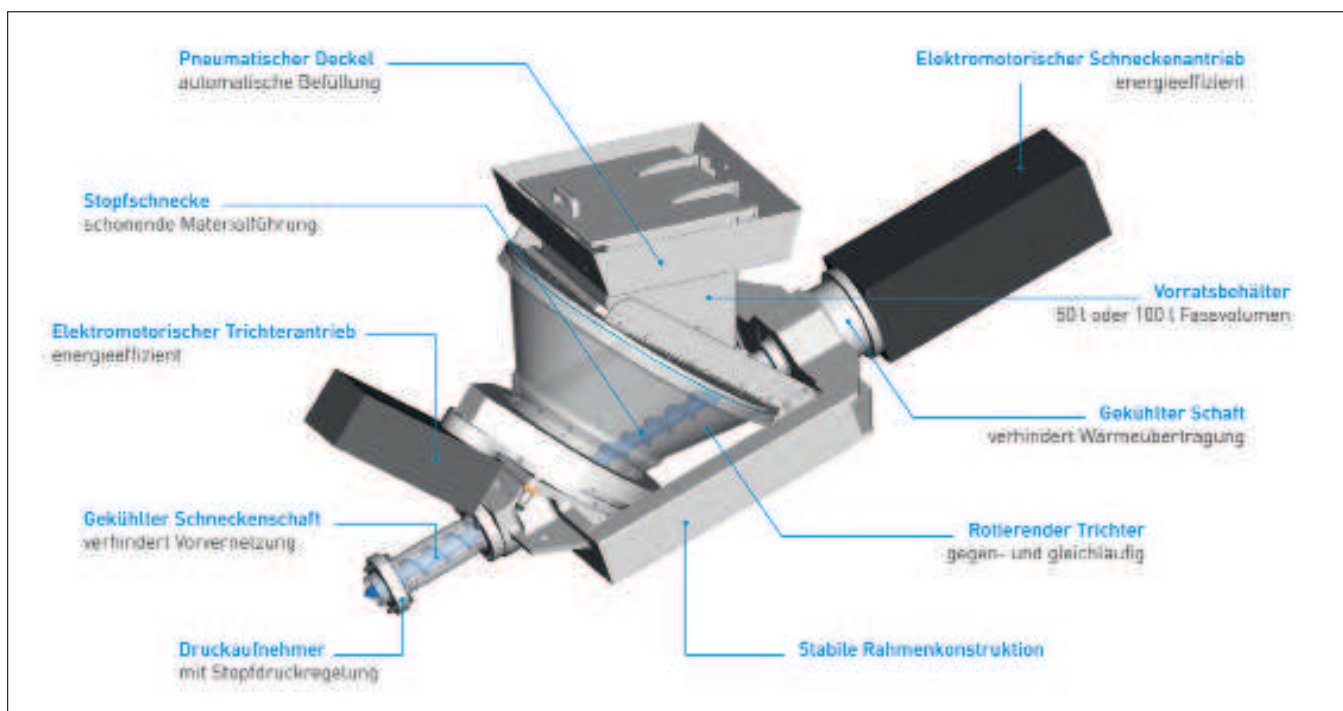
spritzt wird. Alternativ ist eine Drehteller-Maschine einsetzbar. Diese sind kompakt konstruiert, vor allem wenn die Spritzen in der Huckepack-Formation übereinander liegen. Die gegenläufige Temperatursteuerung von Aggregat und Werkzeug für Thermoplast und Silikon bedarf einiger Erfahrung, über die bewährte Systemanbieter verfügen.

Silikon ist als farbiger, hochtransparenter bis fluoreszierender Werkstoff erhältlich, so dass es neben farbigen Anwendungen auch für LED-Linsen geeignet ist. Auch wenn man Leuchtdioden eher als energiesparend und kalt assoziiert, können leistungsstarke LEDs punktuell heißer als eine Herdplatte werden. Selbst bei vorhandenen Kühlflächen besteht ein Temperaturproblem, sofern vergrößernde Linsen sehr nah an die Lichtquelle zu bringen sind. Ein hitzebeständiges LSR kann hier eine Lösung bieten. Zusätzlich verlängert die UV-Beständigkeit von LSR die Lebensdauer bei gleichbleibender Lichtqualität. Und der Anwender profitiert bei solchen Anwendungen von einer weiteren Eigenschaft: Aufgrund seiner niedrigen Viskosität bildet LSR Werkzeugstrukturen hochpräzise ab. Mikrostrukturierungen wie zum Beispiel ein Facettenspiegel sorgen für eine gezielte Lichtstreuung und erlauben zusätzlich die Linsendicke zu verringern. Mit LSR

lassen sich dünnere Linsen mit längerer Lebensdauer fertigen – und das in einem Bauteil ohne zusätzliche Vorsatzlinse.

In China dominiert HTV für Healthcare-Produkte

Während man in Europa Gesundheitsprodukte wie Babysauger und Stillhütchen vorwiegend aus LSR herstellt, kommt dafür in China eher HTV zum Einsatz. Der Werkstoff liegt vor der Verarbeitung in rechteckigen Blöcken vor. Gegenüber der Flüssigvariante verfügt HTV über eine noch höhere mechanische Stabilität und Produkte können mit geringerer Wandstärke ausgeführt werden. In Asien ist man



Funktionsprinzip der automatischen Zuführeinheit AZ:

Bei der Verarbeitung von HTV kommt es darauf an, das Material ohne Luftsinschlüsse zur Plastifiziereinheit zu transportieren. Die automatischen Zuführeinheiten AZ 50 und AZ 100 mit 50 beziehungsweise 100 Litern Fassungsvermögen zerkleinern die Blöcke in einem rotierenden Trichter und ziehen das HTV mit Hilfe einer sich ständig abwärts bewegenden Stopfschnecke nach unten. Über eine Rückwärtsentlüftung kann die Luft nach oben entweichen.

der Ansicht, dass das Saugerlebnis für Babys bei diesen dünneren HTV-Artikeln noch natürlicher ist als bei solchen aus LSR. Für den Markt bedeutet der Übergang von der Ein-Kind- zur Zwei-Kind-Politik in China ein enormes Wachstumspotential im Bereich Babycare, schließlich steigt im bevölkerungsreichsten Land der Welt damit pro Jahr der Kreis der möglichen Erstnutzer. Der Weltmarkt für Silikonelastomere, der neben LSR und HTV auch Öle und Harze umfasst, liegt aktuell bei etwa drei Milliarden Euro. Davon entfallen rund 15 Prozent auf den Sektor Healthcare, 25 Prozent auf Automotive, 30 Prozent auf Elektrik/Elektronik, wo vor allem die isolierenden Eigenschaften von HTV geschätzt werden. Der Rest wird für weitere technische Anwendungen verarbeitet. Silikonelastomere verzeichnen ein jährliches Wachstum von sechs bis acht Prozent, der Teilbereich LSR/HTV wächst sogar zweistellig.

Bei der Verarbeitung von HTV kommt es darauf an, das Material ohne Luftsinschlüsse zur Plastifiziereinheit zu transportieren. Die Technologiemanagerin Cordula Regensburger von Kraus Maffei bezeichnet solche Anlagen humorvoll als „Allesfresser“. Denn

die automatischen Zuführeinheiten AZ 50 und AZ 100 mit 50 beziehungsweise 100 Litern Fassungsvermögen zerkleinern die Blöcke in einem rotierenden Trichter. Sie ziehen das HTV mit Hilfe einer sich ständig abwärts bewegenden Stopfschnecke nach unten. Über eine Rückwärtsentlüftung kann die Luft nach oben entweichen. Anders als bei anderen Anlagen-Konzepten, die mit einem drückenden Kolben arbeiten, der die Luft zwangsläufig einschließt und so in den Spritzzyylinder, das Werkzeug und letztlich das Bauteil einträgt. Das kleinere Modell AZ 50 wurde noch einmal optimiert und in seiner Konstruktion an das AZ 100 angepasst, die Markteinführung wird im Frühjahr 2016 erfolgen. Die Bauweise des AZ 50 ist nun kompakter, um 20 Prozent leichter und um elf Prozent niedriger, was bei geringer Raumhöhe Vorteile bringt.

Außerdem wurde die Geometrie der Stopfschnecke überarbeitet und der Schaf verstärkt. Die Buchse ist im Standard gekühlt, das Trichterlager ist jetzt wartungsfrei und kommt ohne Ölwanne aus. Komplett verändert hat sich auch das Deckel-Konstrukt, das die automatische Zuführeinheit nach oben abschließt. Wartung und Nach-

füllen von Material gehen beim weiterentwickelten Modell leichter und mit mehr Bedienkomfort vonstatten.

Stabilere Prozesse

Verglichen mit Thermoplasten neigen Silikon-Vorprodukte eher zu Chargenschwankungen. Das kann zu unterschiedlichen Viskositäten im Material und somit zu Abweichungen im Füllverhalten der Kavitäten führen. Änderungen können bei LSR oft durch das Öffnen eines neuen Fasses auftreten. Bei HTV ist die Materialvielfalt geringer und es ist daher durchaus üblich, dass Verarbeiter batchweise eigene Mischungen herstellen.

Die APC-Funktion (Adaptive Process Control) für hydraulische, elektrische und Hybrid-Maschinen erfasst während des laufenden Prozesses die Viskosität des Werkstoffs und korrigiert bereits im Schuss das Füllvolumen. Der Prozess wird damit insgesamt präziser, das Teilegewicht bleibt konstant. Auch eventuell auftretende Vorvernetzungen des Silikons können so mit APC ausgeglichen werden. ■

KONTAKT

Kraus Maffei Technologies, München
petra.rehmet@krausmaffei.com