



3 Vorgeformte Schläuche knicken nicht bei der Montage, aber auch spiralisierte Partien bleiben in Form; Formschläuche für Hörgeräte (links oben) lassen sich in verschiedenen Größen und Formen herstellen



Spritzgießen ist in der Kunststofffertigung am weitesten verbreitet. Gerade bei kleinen Stückzahlen lohnt es sich jedoch, auch thermische Formverfahren in Betracht zu ziehen.

Es muss nicht immer Spritzguss sein

Kunststoffteile sind in der Medizintechnik nicht mehr wegzudenken, denn Kunststoff ermöglicht Spezialfunktionen wie Filmscharniere oder Schnappverbindungen. Er reduziert die Fertigungskosten und eignet sich ideal für die Fertigung von Produkten in großen Serien. In der Fertigung ist das Spritzgießen das dominierende Verfahren. Bei kleineren Stückzahlen stößt man hier jedoch aufgrund der hohen Werkzeugkosten und der langen Herstellzeiten an seine Grenzen. Trotzdem werden immer wieder Teile mangels besseren Wissens oder weil der Zulieferer keine anderen Verfahren anbieten kann, spritzgegossen. Dabei gibt es raffiniertere und günstigere Alternativen.

KonMed investiert sein Fachwissen in die Einsatzmöglichkeiten von Kunststoffmaterialien und in innovative Verfahrenstechnik, um spezifische Kundenwünsche umzusetzen. Aufgrund jahrelanger Erfahrung, auch im Spritzgießen, kennen die Spezialisten die Vorteile, aber auch die Grenzen dieses Verfahrens und bieten Lösungen an, bei denen herkömmliche Techniken nicht zum Erfolg

führen. Das thermische Formverfahren ist eine solche Lösung. Duroplaste sind in ihrem gesamten Temperaturbereich spröde. Sie erweichen und schmelzen nicht. Daher sind sie weder umformbar noch schweißbar. Kurz unterhalb der Zersetzungstemperatur reduziert sich ihre Steifigkeit geringfügig. Thermoplaste verspröden bei tiefen Temperaturen, den kunststoffspezifischen Versprödungstemperaturen. Bei ansteigenden Temperaturen tritt zunächst ein stetiger Abfall des Elastizitätsmoduls ein, das heißt, die Steifigkeit nimmt ab. Bei amorphen Thermoplasten folgt dann in einem Temperaturbereich die sogenannte Erweichung, das heißt der Übergang in den thermoelastischen, quasi gummielastischen Bereich. In diesem Bereich können mit kleinen Umformkräften große Formänderungen vorgenommen und durch Abkühlen „eingefroren“ werden (Warmumformen). Bei weiterer Erwärmung wird die thermische Beweglichkeit der Kettenmoleküle so groß, dass die Ketten im ther-

Warm- und Kaltumformen

moplastischen Zustand gegeneinander abgleiten können (Urformen, Schweißen). Dieser Bereich wird durch die Zersetzungstemperatur begrenzt.

Bei teilkristallinen Thermoplasten herrschen im Gebrauchsbereich erweichte (amorphe) und steife (kristalline) Phasen vor. Mit steigender Temperatur ist ein Umformen erst möglich, wenn die kristallinen Bereiche in einem engen Temperaturbereich bei der Kristallschmelztemperatur

(KSB) aufzuschmelzen beginnen. Kurz darauf sind sie im thermoplastischen Zustand (Urformen, Schweißen). Dieser zeigt sich, wenn der zuvor trübe Kunststoff transparent wird. Auch dieser Bereich ist durch die Zersetzungstemperatur begrenzt.

Strukturbedingt vergrößert sich das Volumen von Kunststoffen bei steigenden Temperaturen verhältnismäßig stark (linear: Wärmeausdehnung, thermischer Längenausdehnungskoeffizient). Bei verstärkten Kunststoffen reduziert sich diese Wärmeausdehnung je nach Art und Anteil der Verstärkungsstoffe. Da sich die Elektronen bei Kunststoffen nicht frei bewegen, ist die Wärmeleitfähigkeit von Kunststoffen gering. Aufwärm- und Abkühlphasen brauchen daher ihre Zeit. Durch Unterschiede beim Abkühlen können Spannungen in Bauteilen entstehen.

Umformbar sind nur thermoplastische Kunststoffe. Das Kaltumformen ist selten, denn die Bauteile tendieren dazu, unter Temperatureinfluss oder zeitabhängig wieder ihre ursprüngliche Form anzunehmen. Warmumformen von thermoplastischem Halbzeug erfolgt bei erhöhten Temperaturen im thermoelastischen (gummielastischen) Temperaturbereich. Die Abkühlung (Einfrieren) des umgeformten Formteils muss dann unter Formzwang erfolgen.

Beim Tiefziehen, also dem Thermoformen, nutzt man die guten Umformeigenschaften von Kunststoffen oberhalb der Glasübergangstemperatur und unterhalb der Schmelztemperatur. Das am häufigsten angewendete Verfahren ist das Tiefziehen von Kunststoffplatten. Dabei entstehen Sterilisationstrays, Instrumententräger sowie Abdeckungen von Medizingeräten mit überschaubarem Werkzeugaufwand und kurzen Lieferzeiten. Es können natürlich auch vereinfachte Vorserien realisiert werden, bis es sich lohnt, in ein Spritzgusswerkzeug zu investieren. Thermogeform-



1 Im Twin-Sheet-Verfahren werden für die Umformung zwei Werkzeughälften verwendet. Das fertige Formteil ist auf beiden Seiten formgebunden

te Teile sind immer nur einseitig formgebunden.

Pressure-Formen ermöglichen es – mithilfe von Druckluft –, Teile herzustellen, die optisch sehr nah an Spritzgussteile herankommen. Bei diesem Verfahren wird Pressluft mit bis zu 5 bar über eine Druckglocke eingebracht. Dadurch lässt sich der umzuformende Thermoplast auch in komplexe Formen, Radien und sogar Hinterzüge bringen. Mit diesem Verfahren lassen sich selbst anspruchsvolle Sichtteile herstellen. Es ist auch möglich, die Werkzeugoberfläche im Ätzverfahren mit einer definierten Oberfläche zu versehen, die sich im umgeformten Teil sauber abbildet. Die mit diesem Verfahren hergestellten Teile sind auf der Sichtseite formgebunden.

Beim Twin-Sheet-Formen werden zwei Platten gleichzeitig beheizt und anschließend mit zwei Werkzeugen in einem Arbeitsschritt zu einem Teil umgeformt. Da für die Umformung zwei Werkzeughälften verwendet werden, ist das fertige Formteil auf beiden Seiten formgebunden (Bild 1). Im Twin-Sheet-Verfahren können sowohl Verschaltungsteile als auch dichte Behälter geformt werden. Die Teile zeichnen sich durch eine große Steifigkeit aus, zudem ist es möglich, Inserts mit einzuformen. ▶

Twin-Sheet-Formen

KONTAKT

KonMed GmbH
Plastic Solutions
CH-6343 Rotkreuz
Tel. +41 (0)41 7904333
Fax +41 (0)41 7904332
www.konmed.ch



Implantate formen



2 Biegen oder Abkanten kann für einfache Strukturen ideal sein

► Formen von Organoblechen (Composite Forming) ermöglicht es, sowohl thermoplastische als auch duroplastische Komposite mithilfe von zwei Aluwerkzeugen oder mit einer Kombination aus Aluwerkzeug und Silikonstempel dreidimensional umzuformen. Dabei kann es sich um eine einfache Matrix oder einen Sandwichaufbau handeln. Je nach Aufbau sind die Teile sehr leicht und steif. Es ist auch möglich, perforierte oder luftdurchlässige Materialien umzuformen. Dieses relativ junge Verfahren birgt noch sehr viel Potenzial zur Herstellung von strukturellen Bauteilen.

Das Pressen von Hartschäumen auf Thermoformmaschinen ist ebenfalls – auf entsprechend ausgerüsteten Maschinen – möglich. Mit diesem Verfahren lassen sich Hartschäume als Kerne für Kompositeteile herstellen, ohne dass diese einzeln aus Blöcken gefräst werden müssen. Dies ist weniger materialintensiv und geht viel schneller. Außerdem können die Schäume zusammen mit Deckschichten umgeformt werden, um leichte und steife Sandwichteile zu formen. Biegen oder Abkanten kann für einfache Strukturen (**Bild 2**) das richti-

ge Verfahren sein. Hier wird das Material gezielt in bestimmten Bereichen erwärmt und anschließend in speziellen Vorrichtungen beziehungsweise auf Biegetischen abgekühlt. Die Taktzeiten sind relativ kurz und die Vorrichtungen kostengünstig. So lassen sich flächige Teile wie Abdeckungen einfach herstellen. Nicht nur Bauteile für Geräte und Instrumente können in einem einfachen, aber kontrollierten Verfahren hergestellt werden. So können zum Beispiel Wirbelsäulenstäbe aus PEEK, die in kleineren Stückzahlen und verschiedenen

Größen gebraucht werden, mechanisch vorgefertigt und anschließend in die lordose Krümmung geformt werden. Dies spart Werkzeugkosten und verkürzt die Realisierungszeit, bietet aber gleichzeitig größtmögliche Freiheit für die Produktpalette.

Mit entsprechenden Prozesskenntnissen können auch Schläuche zusätzliche Funktionen übernehmen und komplexe Geometrien annehmen. Müssen Medienleitungen aufgrund von Platzmangel in Gehäusen in engen Radien geführt werden, kommt es neben der mühsamen Montagearbeit oft zum Knicken der Schläuche. Das lässt sich durch das Vorformen solcher Schlauchgruppen verhindern. Zudem gewährleistet die Vorkonfektionierung mit Verbindungselementen (**Bild 3**) eine schnelle und sichere Montage, was wiederum die Kosten reduziert. Wird der Schlauch in der Anwendung bewegt, hilft oft das Anformen von spiralisierten Partien, wie man es vom Druckluftschlauch kennt. Solange der Schlauch nicht überdehnt wird, kehrt er wieder in die ursprüngliche Spiralform zurück. Ein weiteres Beispiel sind Schläuche für Hörgeräte (**Bild 3**), die in verschiedenen Größen und Formen hergestellt werden. Für das Herstellen von Medizininstrumenten in Schlauchform sind einige thermische Formvorgänge erforderlich. So werden die Spitzen und Übergänge oft thermisch in Form gebracht, um möglichst atraumatisch zu sein. Auch hier fügt sich der Kunststoff unter Einfluss von Temperatur, Zeit und Kraft in die gewünscht Form. Die sogenannten Pigtail-Katheter sind ein Paradebeispiel für das thermische Formen von Schläuchen. ■



ANDRÉ KONRAD
ist Geschäftsführer von KonMed in Rotkreuz, Schweiz.
a.konrad@konmed.ch

Bild: KonMed GmbH