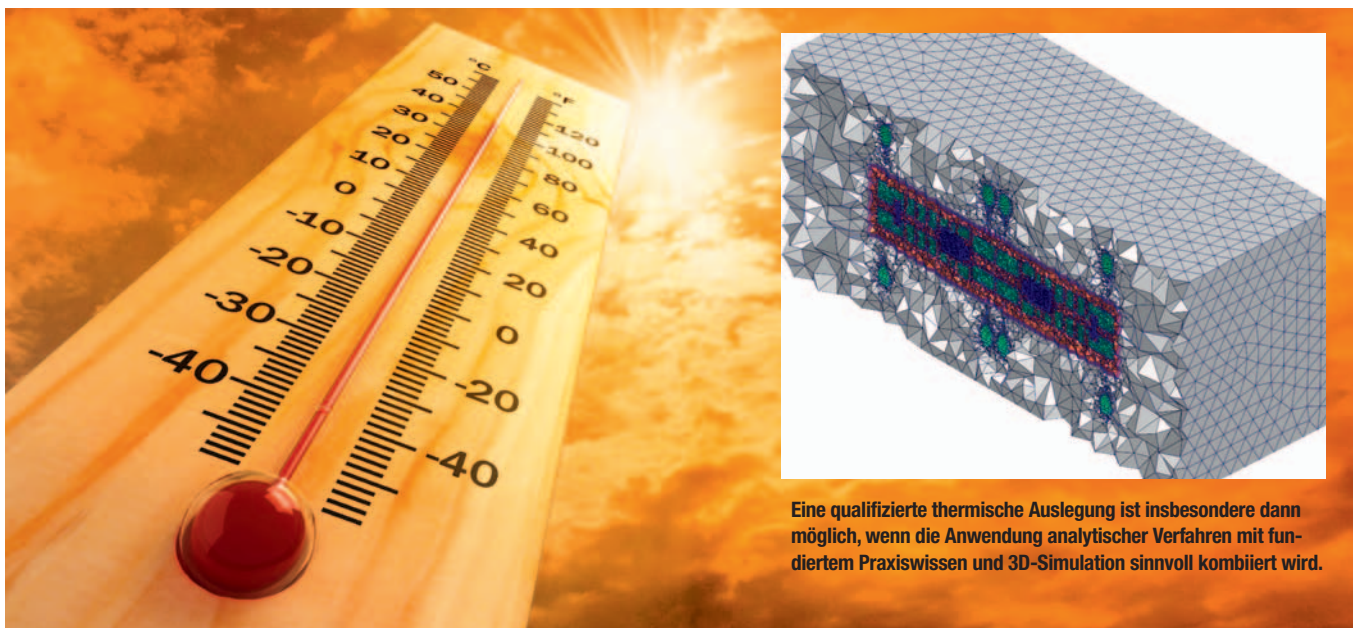


ERFOLGSFAKTOR TEMPERATUR

Werkzeugtemperierung: Die Wirtschaftlichkeit der Fertigung hängt vom Spritzgießwerkzeug ab. Zentrale Funktionseinheit ist die Temperierung als wichtigste Größe zur Reduzierung der Stückkosten. Die mit besserer Temperierung erreichbaren Verbesserungspotenziale liegen zwischen 10 und mehr als 50 Prozent.



Eine qualifizierte thermische Auslegung ist insbesondere dann möglich, wenn die Anwendung analytischer Verfahren mit fundiertem Praxiswissen und 3D-Simulation sinnvoll kombiniert wird.

Bei der Auslegung sind die Teilequalität, die Zykluszeit, der Ressourceneinsatz und nachfolgende Arbeitsprozesse zu berücksichtigen. Alle Entscheidungen haben Langzeitwirkung: Sie gelten für den gesamten Werkzeuglebenslauf. Eine qualifizierte thermische Auslegung ist insbesondere durch Anwendung analytischer Verfahren in Kombination mit Praxiswissen und 3D-Simulation gegeben.

Zahlreiche Einflussgrößen

Die thermische Masse legt fest, ob ein Werkzeug träge oder flink ist und wie sich der Wärmeaustausch mit der Umgebung auswirkt. Bei der Verarbeitung teilkristalliner Thermoplaste müssen sich kristalline Strukturen ausbilden können. Die Werkzeugwandtemperatur und die Abkühlgeschwindigkeit entscheiden wesentlich über die Formteilqualität. Wandtemperatur und Wärmestrom lassen sich mit konturnahen Temperierkanälen und gezielter Temperiertechnik steuern. Temperiermedium, Volumenstrom und serielle oder parallele Durchströmung sind weitere Parameter.

Mit thermisch reduzierter Masse, konturnaher Kühlung und einer Wechseltemperierung lässt sich die Werk-

zeugwandtemperatur den Spritzphasen anpassen. So kann die Kühlzeit gesenkt werden. Dies reduziert zudem den Anfahrausschuss sowie Ausschuss- und Reklamationsquoten.

Zur Abschätzung von Zykluszeit und Wärmeströmen wird in der Regel das Bilanzraumverfahren eingesetzt. So kann ermittelt werden, wie viel Wärme via Temperiermittel abgeführt werden muss, welche Kühlfläche benötigt wird, und man kann Lage sowie Abstand der Kanäle beurteilen. Die Kühlzeit, wichtigste Größe in der Zykluszeit, definiert die Zeit, in der die Schmelze Wärme ans Werkzeug abgibt und auf Entformungstemperatur abkühlt. Aus Prozesssicht vom Ende der Bauteilfüllung bis zur Entformung. Im Wesentlichen die Summe aus Nachdruck- und Restkühlzeit.

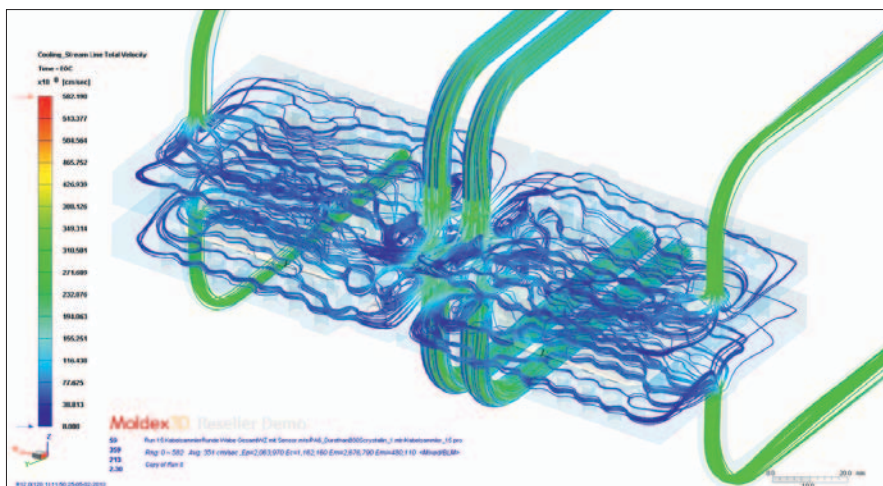
Die Entformungstemperatur ist spezifisch für jeden Thermoplast. Bei dieser Temperatur ist das Formteil so stabil, dass die Auswerfer bei der Entformung nicht durchstoßen oder das Formteil zu sehr deformieren. Die tatsächliche Schmelzetemperatur bei volumetrischer Füllung ist eine weitere wichtige Größe. Sie bestimmt die vom Thermoplast eingebrachte Wärmemenge. In der Regel wird die geplante Zylindertempe-

ratur verwendet, diese berücksichtigt aber nicht die während der Einspritzphase eingebrachte Friktionsenergie. Messtechnisch ist diese Temperatur nicht zu ermitteln.

Analytische Werkzeugauslegung

Bei der analytischen Werkzeugauslegung geht man davon aus, dass sich das Werkzeug im thermischen Gleichgewicht befindet, Anfahrvorgänge werden nicht berücksichtigt. Für die Berechnungen soll eine mittlere Werkzeugwandtemperatur eingesetzt werden. Verwendet wird in der Regel die geplante Vorlauftemperatur am Temperiergerät. Die empfohlene Werkzeugtemperatur des Rohstoffherstellers meint aber die Werkzeugwandtemperatur, die bei der Füllung ansteht.

Hier gilt es, gute Annahmen auf Basis gemessener Werkzeugwandtemperaturen zu treffen – im automatischen Zyklus bei geöffnetem Werkzeug, also kurz nach der Entformung. Diese minimale Wandtemperatur wird mit der maximalen Wandtemperatur gemittelt. Die maximale Wandtemperatur wird zum Zeitpunkt „Schmelze trifft auf Werkzeugwand“ berechnet. Dazu braucht man die jeweiligen Temperatu-



Optimierung eines Bauteils. Es wurde eine flächige konturnahe Kühlung in Kombination mit einer Wechseltemperierung umgesetzt. Beurteilt wurde die Strömung unterschiedlicher Medien, Wasser und Temperfluid.

ren und die Dichte, die Wärmekapazität sowie die Wärmeleitfähigkeit von Thermoplast und Werkzeugwerkstoff.

Als Basis sollte man die Gesetzmäßigkeiten des Wärmeaustauschs im Werkzeug kennen und gezielt für Abschätzungen nutzen. Die ermittelten Werte sind bei Verwendung von Simulation sehr hilfreich und helfen bei der Analyse der Simulationsergebnisse.

Simulationssoftware visualisiert die komplexen Vorgänge im Spritzgießwerkzeug und zeigt die Wirkung einzelner Parameter. Für Berechnungen mit aussagefähigen Ergebnissen ist das komplette Werkzeug zu berücksichtigen. Wichtige Eingaben: Formteil mit Verteiler, verwendete Werkzeugwerkstoffe, Lage und Abmessungen der Temperierkanäle, Temperiertechnik mit Schaltzeiten sowie Durchflussmengen, der Thermoplast mit seinen Kennwerten und die grundlegenden Prozessparameter.

Trends μ -genau

Viel Erfahrung notwendig

Zur Ermittlung der Kühlzeit wird bei dünnwandigen Bauteilen mit weniger als 1,5 mm Wandstärke mit der maximalen Entformungstemperatur gerechnet. Hier muss zur sicheren Entformung die Bauteilmitte auf Entformungstemperatur abgekühlt sein. Bei Bauteilen mit einer Wandstärke zwischen 1,5 und 3,5 mm wird mit einer über die Wandstärke gemittelten Entformungstemperatur gerechnet. Hier zeigt die Erfahrung, dass zur sicheren Entformung die Bauteilmitte nicht bis auf Entformungstemperatur abgekühlt sein muss, da die erkalteten äußeren Randschichten genügend Stabilität liefern.

Eine Alternative durch Erfassung in der Praxis gibt es nicht. Die genauen Werkzeugwand- und Schmelzetemperaturen bei volumetrischer Füllung lassen sich messtechnisch nicht ermitteln. In der Simulation lassen sich an beliebigen Punkten Sensorknoten platzieren. Sie liefern dann Temperatur- oder Druckwerte über den Zyklus.

Wichtige Größen für die Simulation

Viele Werte aus dem Bilanzraumverfahren und der betrieblichen Praxis sind wichtige Eingangsgrößen für eine gute Simulation: abgeschätzte Kühlzeit, Temperiermitteldurchsatz mit Vorlauftemperatur, mittlere Werkzeugwandtemperatur, mittlere Entformungstemperatur. Wichtig sind auch die Werkzeuganfangstemperatur zur Bestimmung der Zeit bis zur Erreichung des thermischen Gleichgewichts sowie die Umgebungstemperatur zur Ermittlung des Wärmeaustauschs mit der Umgebung.

Das Wissen aus den analytischen Verfahren ist bei der Beurteilung der Simulationsergebnisse sehr hilfreich. Wichtig sind 3D-Hybrid Netze und die Berücksichtigung von beliebig komplexen Bauteilgeometrien sowie Werkzeugen, auch mit mehreren Komponenten oder Einlegeteilen. Eine umfangreiche Materialdatenbank und die Möglichkeit eigene Daten einpflegen zu können. Dies umfasst Thermoplaste, Elastomere, Werkzeugwerkstoffe und Temperiermedien. ←

IngenieurBüro Hannebaum – Spritzgießtechnik,
Innovations- und Wissensmanagement,
D-73434 Aalen, Tel.: 07361/943166,
www.hannebaum.de

EMO
Hannover

Besuchen Sie uns!
HALLE 4 -
Stand G35