

KI ebnet den Weg: Konstruktion auf Knopfdruck

# Vollautomatisierte Verteilerauslegung in der Heißkanaltechnik

Beim Einsatz von Heißkanalsystemen ist die thermische Homogenität im Verteilersystem mindestens genauso wichtig wie die vollbalancierte Auslegung der Fließkanäle. Beide Faktoren bilden die Grundvoraussetzung für einen stabilen Spritzgießprozess und eine konstante Artikelqualität. Ein anspruchsvolles Großprojekt, das Heißkanalhersteller Ewikon zusammen mit dem Simulations- und KI-Spezialisten Ianus realisiert, hat die KI-gestützte, vollautomatisierte Auslegung von Verteilersystemen zum Ziel.

Jeder Ewikon-Verteiler wird individuell an die speziellen Anforderungen der jeweiligen Anwendung angepasst. Das Bild zeigt einen 16-fach Verteiler für ein komplexes Nadelverschlussystem.

© Ewikon



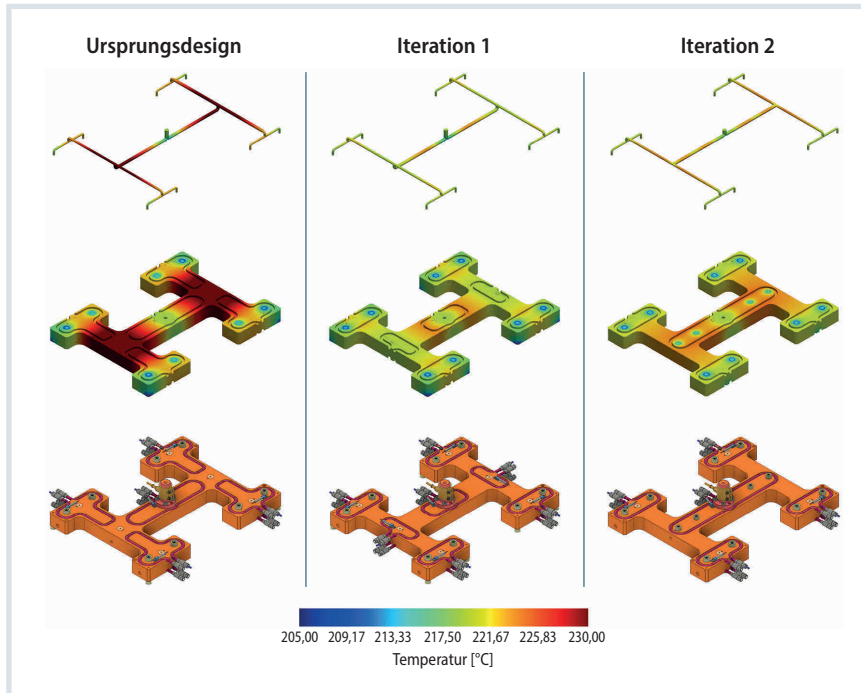
Der heutige Stand der Ewikon-Verteilertechnik ist das Resultat jahrzehntelanger Erfahrung und kontinuierlicher technischer Weiterentwicklung. Eine natürlich vollbalancierte Auslegung der Fließkanäle im Verteiler war dabei von Anfang an Standard. Die eingesetzte Elementetechnik mit abgerundeten Fließkanälen erlaubt hier eine absolut symmetrische Aufteilung des Schmelzestroms mit gleichen Wegen zu jeder Kavität, wobei sie tote Ecken, in denen kein Schmelzeaustausch stattfindet und das Material mit zunehmender Verweildauer unweigerlich thermisch geschädigt wird, vermeidet. Gleichzeitig garantiert dieses Prinzip eine schonende Schmelzeführung, um auch empfindliche Materialien sicher zu verarbeiten und gleichzeitig Farbwechsel zu erleichtern. Auch Verzweigungen und Umlenkungen auf mehreren Ebenen lassen sich mit dieser Technik sehr kompakt innerhalb eines Verteilerblocks realisieren.

## Jeder Verteiler ein Unikat

Da jeder Verteiler exakt auf die anwendungsspezifischen Anforderungen des Kunden ausgelegt und gefertigt wird (**Titelbild**), unterscheiden sich die Verteilersysteme sowohl in der Außengeometrie als auch in der Anzahl der Kontaktstellen mit den umliegenden kalten Werkzeugplatten, die das Temperaturprofil des Verteilers beeinflussen können. Durch die steigende Anzahl von Sonderanwendungen mit sehr aufwendigem

Werkzeugbau, zum Beispiel für die Integration von Zusatzfunktionen beim Spritzgießen, sind auch äußerst komplexe Verteilerdesigns an der Tagesordnung.

Jeder Verteiler wird nach Ewikon-Konstruktionshandbuch hinsichtlich Geometrie, Kanalführung, Heizungsplatzierung, Anzahl der Regelstellen und benötigter Heizleistung ausgelegt. Das mit Ianus verfolgte Projekt hat das Ziel, einen Verteiler ungeachtet der Größe und Komplexität KI-gestützt komplett vollautomatisiert auszulegen und dabei alle ausschlaggebenden Faktoren zu berücksichtigen. Die Umsetzung erfolgt schrittweise. »



**Bild 1.** Thermische Simulation für ein 8-fach Verteilersystem mit zwei Optimierungsschritten. Von oben: Temperaturverteilung im Schmelzkanal, Oberflächentemperatur des Verteilerblocks, 3D-Modell des Verteilers. © Ewikon/lanus Simulation

### *Thermische Symmetrie innerhalb der balancierten Schmelzkanalführung*

Die erste Projektphase, die bereits umgesetzt wurde, bildet eine thermische Simulation, die jeder Ewikon-Verteiler in der Konstruktionsphase durchläuft, um das von den Konstrukteuren festgelegte Heizungsdesign zu überprüfen und gegebenenfalls weiter zu optimieren. Eine solche Simulation war bisher nur mit einem erheblichen Zeit- und Kostenaufwand möglich und wird in der Praxis nur in Ausnahmefällen durchgeführt.

Die Vernetzung des CAD-Modells gestaltete sich selbst bei Nutzung aktueller Simulationssoftware schwierig. Oftmals genügte die von der Software erzeugte Vernetzung nicht den Anforderungen. In kritischen Bereichen und bei komplexen Geometrien waren Anpassungen oder Korrekturen des Vernetzungsgitters von Hand notwendig. Zusätzlich mussten die Randbedingungen, wie Wärmeleitfähigkeit, Materialien, Umgebungstemperaturen und Wärmeübergangskoeffizienten an den Kontaktstellen, definiert und eingegeben werden. Insgesamt waren inklusive der Erstellung des Ergebnisberichts zwischen ein und fünf Arbeitsmann-tage

für eine Verteilersimulation zu veranschlagen.

Ewikon und lanus gelang es, diesen komplexen Prozess komplett zu digitalisieren und ohne zusätzlichen Zeitaufwand in den Konstruktionsprozess zu integrieren. Dabei wird bei lanus ein digitaler Zwilling des CAD-Modells erzeugt, der in eine KI-gestützte Simulation geschickt wird. Die Bauteilerkennung erfolgt automatisch, ebenso wie die Vernetzung. Die Randbedingungen sind bereits vordefiniert. Das Ergebnis mit detailliertem Bericht liegt bereits nach zwei bis fünf Stunden vor. Der verantwortliche Konstrukteur kann in der Zwischenzeit an anderen Projekten arbeiten.

### *Kunden profitieren schon heute*

Mithilfe der Simulation lassen sich nicht nur thermische Abweichungen vom Sollwert, sondern auch die thermische Symmetrie innerhalb der vollbalancierten Schmelzkanalführung erkennen und beurteilen. Im Bedarfsfall kann der Konstrukteur weitere Optimierungen vornehmen, zum Beispiel beim Heizungsverlauf, der Thermofühlerposition, der Anzahl der Regelkreise sowie bei der Anzahl und Position der Druckstücke.

Das Beispiel eines 8-fach Verteilers für POM zeigt mehrere Verteilervarianten (**Bild 1**). Die thermischen Abweichungen vom Sollwert 220 °C und die thermische Homogenität wurden in zwei Iterationsschritten bewertet. Dargestellt sind dabei die Temperaturverteilung im Schmelzkanal, die Oberflächentemperatur des Verteilerblocks sowie das entsprechende 3D-Modell des Verteilers (von oben nach unten). Die Temperaturabweichungen im Schmelzkanal konnten im Vergleich zum Ursprungsdesign um ca. 60% verringert werden.

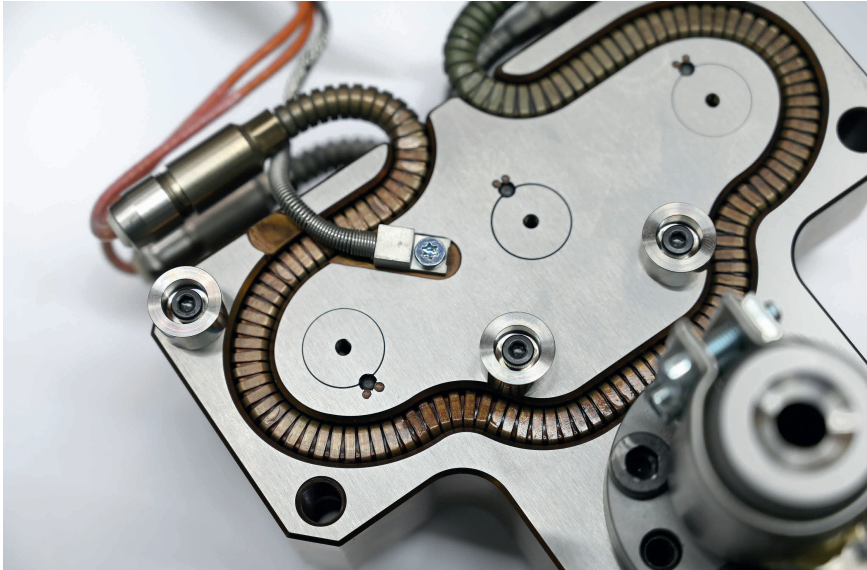
Der Kunde erhält somit schon heute ohne zusätzlichen finanziellen Aufwand ein System, das bereits im konstruktiven Vorfeld umfangreich thermisch optimiert wurde. Besonders bei der Verarbeitung temperaturempfindlicher Materialien, wie zum Beispiel POM, lässt sich so die Wahrscheinlichkeit für notwendige Korrekturen in der Abmusterungsphase erheblich verringern. Aber auch für alle anderen Anwendungen bedeutet eine nochmals optimierte thermische Auslegung des Verteilersystems ein deutlich erweitertes Prozessfenster.

### *KI eröffnet neue Möglichkeiten ...*

Vor der Markteinführung stand eine umfangreiche Testphase, in der unter Kontrolle der Entwicklungsabteilung über 2000 Verteiler den Simulationsprozess durchlaufen haben. Alle Ergebnisse werden in einer Datenbank gespeichert, die die Basis für die weiteren Projektphasen bildet. Zusätzlich wurden die Ergebnisse dazu genutzt, um Feinoptimierungen beim Ewikon-Verteilerdesign vorzunehmen.

Die weiteren Phasen des Projekts bauen auf der ersten auf und zielen darauf ab, die Optimierungsschritte, die momentan noch manuell vom Konstrukteur durchgeführt werden, komplett in den Prozess zu integrieren.

In der zweiten Projektphase, die sich aktuell in der Umsetzung befindet und bereits belastbare Ergebnisse liefert, soll auch die Positionierung der Thermofühler automatisiert erfolgen. lanus greift dazu auf modernste KI-Methoden unter Zuhilfenahme ihrer Kernkompetenz, die automatisierte und cloudbasierte Simulation von Strömungen jeglicher Art, zurück. Durch die Anbindung an die größten und schnellsten High-Perfor-



**Bild 2.** In weiteren Projektphasen erfolgt auch die Positionierung der Thermofühler und Druckstücke vollautomatisiert. © Ewikon

mance-Cluster in Deutschland ist es möglich, auch komplexe KI-Strukturen mit einer Vielzahl an parallelen Simulationen in kurzer Zeit zu trainieren und somit den Weg für eine automatisierte und präzise Optimierung anspruchsvoller Systeme zu ebnet.

### ... wie die automatisierte Thermofühlerpositionierung

In der Weltneuheit der automatisierten Thermofühlerpositionierung im Heißkanal durchläuft der digitale Zwilling des Verteilers zuerst die thermische Simulation, wie im vorherigen Abschnitt beschrieben. Dabei wird auf Basis der PID-geregelten Heizstrukturen die Wärmeverteilung im gesamten Bauteil exakt bestimmt. Nach der Berechnung auf den High-Performance-Clustern kann anschließend auf Basis der Ergebnisse direkt eine tiefgehende Analyse der thermischen Gegebenheiten im Bauteil durchgeführt werden. Hierzu wird, ohne dass ein weiterer Eingriff des Anwenders erforderlich ist, das Bauteil intelligent in mehrere Sektionen aufgeteilt. Dieses einzigartige Vorgehen ist zum einen für die parallele Simulation, zum anderen für die Möglichkeit der Berechnung immer komplexerer, kundenspezifischer Systeme, unerlässlich.

Anschließend kommt die künstliche Intelligenz ins Spiel. Durch die Vielzahl an bereits durchgeführten Simulationen sowie Anreicherungen mit Real-Welt-

Daten kann auf Basis der Durchschnittstemperatur im Schmelzkanal die bestmögliche Position der Thermofühler präzise bestimmt werden. Die optimale Position zielt dabei auf eine homogene Temperatur im Schmelzkanal gemäß der Solltemperatur ab und minimiert somit Temperaturdifferenzen im Kanal, die anschließend wiederum zu einer fehlerhaften Balancierung führen könnten. Dabei wird auch die Verteilergeometrie an sich berücksichtigt, in der bauliche Gegebenheiten wie Druckstücke oder Aussparungen die Positionierung von Thermofühlern verbieten können. Eine weitere Zielgröße ist die Reduktion der allgemein notwendigen Heizleistung sowie der Einschwingzeit des gesamten Regelsystems.

### Der Weg zur kompletten Automatisierung

Somit steht nach Schritt zwei eine per Simulation abgesicherte und im Hinblick auf die Thermofühlerpositionierung und Temperaturhomogenität optimierte Heißkanalgeometrie zur Verfügung. Durch den einzigartigen Einsatz von Simulation und KI lässt sich somit ein enormes Einsparpotenzial generieren, indem sowohl mögliche Nacharbeiten am Heißkanal oder an den Prozesseinstellungen als auch der Einsatz menschlicher Arbeitskraft weitgehend reduziert werden.

Weitere Schritte sollen dann in den Projektphasen drei und vier folgen

**(Bild 2).** Ab Phase drei werden das ideale Heizungslayout, die Anzahl der Heizzonen sowie die benötigte Heizleistung ebenfalls KI-gestützt berechnet. Die Festlegung der optimalen Anzahl, Größe und Position der Druckstücke, die den Verteiler gegenüber den Werkzeugplatten abstützen, ist dann das Ziel in Projektphase vier. Wie bei der Festlegung des Heizungslayouts steht auch hier die Energieeffizienz im Fokus, denn über die Druckstücke als Kontaktstellen fließt Wärme in die umliegenden Platten ab. Eine Optimierung an dieser Stelle kann den Energieverbrauch des Gesamtsystems erheblich verringern.

Das Endergebnis des ambitionierten Gemeinschaftsprojekts wird eine von Ianus bereitgestellte Simulationsumgebung sein, in der auf Knopfdruck des Konstrukteurs ein vollautomatisiertes Verteilerlayout erzeugt wird. Dieses verbindet die natürliche Balancierung der Fließkanäle mit thermischer Homogenität und einem minimierten Energieverbrauch und erhöht damit die Prozesssicherheit sowie die Energieeffizienz beim Kunden maßgeblich. Diese Kombination aus KI und Simulation erzeugt zukünftig Lösungen, die bezüglich der Vielzahl an Zielgrößen ein Optimum darstellen, das durch manuelle Konstruktion nur schwer zu erreichen wäre. Schon heute bietet Ewikon seinen Kunden zu jedem Verteilersystem eine thermische Validierung an, was das Potenzial moderner Technologien, wie in diesem Fall der automatisierten Simulation, veranschaulicht. ■

## Info

### Text

**Henning Becker** ist Leiter Marketing bei der Ewikon Heißkanalsysteme GmbH, Frankenberg.

**Dr.-Ing. Stefan Eimeke** ist Geschäftsführer von Ewikon.

**Dr.-Ing. Marius Dörner** ist Team Lead Business Unit Sensor Placement bei der Ianus Simulation GmbH, Dortmund.

### Service

Weitere Informationen zu den Projektpartnern:

[www.ewikon.com](http://www.ewikon.com)  
[ianus-simulation.de](http://ianus-simulation.de)