

Mit geringerem Energieaufwand schneller im Prozess bei konstanter Qualität

R. Hein

Oft sind es nur wenige Bausteine in der Vorgehensweise, die ein Produkt prozesssicher und wirtschaftlich umsetzbar machen. Hier wird an Beispielen aufgezeigt, wie sich durch eine kunststoffgerechte Bauteilgestaltung, spezielle Vorgehensweisen zur Entlüftung und Werkzeugtemperierung bis hin zu isolierten Werkzeugsystemen neue Potenziale für die Verarbeitung von vernetzbaren Werkstoffen erschließen. Die prozesssichere Fertigung ermöglicht dann auch die nachfolgende Automatisierung, die mittlerweile aufgrund des demografischen Wandels und der Positionierung auf dem Weltmarkt unabdingbar erscheint.

Often, only a few modifications of the standard procedure are needed to make a product process-reliably and economically feasible. New potential for the processing of crosslinkable materials may thus open up by implementing, for example, a plastics-oriented part design, special procedures for ventilation and mould temperature regulation right up to isolated tool systems. A reliable production then enables a subsequent automation, which seems to become indispensable today due to demographic changes and the positioning on the world market.

1 Einleitung

Die für die nahe Zukunft in allen Bereichen der Kunststoffverarbeitung erforderliche Automatisierung – von der Produktentwicklung über den Werkzeugbau bis hin zur Fertigung der Kunststoffteile mit anschließender Montage – kommt mit großer Geschwindigkeit auch auf den mittelständischen Betrieb zu. Wer hier nicht rechtzeitig die Weichen neu stellt, kann hinterher kaum noch auf diesen Zug aufspringen.

2 Sind Produkt und Formwerkzeug fit für die Automatisierung?

Der Schlüssel für den Zugang zu den resultierenden Problemstellungen liegt an der gleichen Stelle wie für die bisherige Ferti-

gung. Wir benötigen eine deutliche Steigerung der Qualität bei Kunststoffteilen. Das ist zwar bekannt, wird aber bisher nicht konsequent genutzt und umgesetzt. Daher unterhalten wir uns über ein altes Problem, das bisher nur von wenigen Unternehmen angegangen wird, und auch dort nicht durchgängig von der ersten Idee bis zur Serie. Das gilt für die Verarbeitung von Gummi und Silicon und in Kombination mit Metallen (**Abb. 1**) und Thermoplasten ebenso wie für andere Bereiche.

Häufig ist es ein Kostenstellendenken, welches durchgängige und nachvollziehbare Lösungen mit einem guten Preis-/Leistungsverhältnis von der Idee bis zur Serie verhindert.

Es fängt damit an, dass die meisten Produkte nicht optimal kunststoff- und herstellungsgerecht entwickelt sind. Immer noch wird im großen Stil in Unkenntnis der Folgekosten um den günstigsten Werkzeugpreis gefeilscht, statt für jedes Produkt eine bestmögliche Produkt- und Werkzeugauslegung zu definieren, die sich in der nachfolgenden Fertigung immer auszahlt. Bei kleineren Stückzahlen arbeitet man dann eben mit hochwertigen Wechselwerkzeugen ohne Einbußen an Qualität. So sind die meisten Elastomerformen, Spritzgießwerkzeuge und Duroplastformen nicht für eine prozesssichere Fertigung auf dem heute erforderlichen Niveau geeignet. Eine zukünftige umfassende Automatisierung mit dieser Art Werkzeuge wird ebenfalls nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich sein.

2.1 Produktentwicklung

Statt eines komplexen Designs benötigen wir künftig ein robustes Design mit allen Entformschrägen und auf Mitte Toleranz konstruiert. Im Hinblick auf automatisierbare Fertigungsverfahren benötigen wir eine Verlagerung von Aufgaben, die bisher in der Werkzeugkonstruktion angesiedelt waren, in die Produktentwicklung. Mit einem ersten Werkzeugkonzept mit Trennungsfestlegung, Angussdefinition, Temperierungsauslegung und Schwin-



Abb. 1: Gummibauteil Schwingelement (Quelle: Werkbild KB Hein/MBS UG)

Rudolf Hein
info@kb-hein.de
Konstruktionsbüro Hein GmbH,
Neustadt am Rübenberge

dungsbestimmung anhand einer Schwindungsdatenbank wäre man damit gut gerüstet. Unternehmen, die das nicht leisten können, sollten darüber nachdenken, einen erfahrenen Werkzeugkonstrukteur in die Produktentwicklungsmannschaft zu integrieren oder diese Dienstleistung zuzukaufen.

2.2 Werkzeugbau

Hier konzentriert sich künftig die Werkzeugkonstruktion auf die Umsetzung der in der Produktentwicklung erarbeiteten Konzepte und Vorgaben. Im Bereich der Herstellung der konturgebenden Teile wird zunehmend optimiert und automatisiert. Da die konturnahe und die zyklusabhängige Temperierung für die prozesssichere Fertigung einen immer höheren Stellenwert einnehmen, werden hier immer mehr Konturelemente durch generativen Aufbau, Vakuumlötlötechnik und Diffusionsschweißen hergestellt. Der Werkzeugmacher hat die Aufgabe, ein präzises, gut temperiertes und verschleißbarmes Werkzeug im Rahmen der Spezifikation herzustellen.

2.3 Werkzeugbau heute und morgen

Mit den heutigen Möglichkeiten ist durch die Programmierung vernetzter, bearbeitender Maschinen und Messmaschinen eine „industrielle Anfertigung“ von Spritzgießwerkzeugen höchster Qualität wirtschaftlich möglich. Leider nutzen bisher nur wenige Unternehmen diese Möglichkeit der Neuausrichtung.

Der erste Schritt in die Zukunft liegt sicher auch in vielen kleineren Formenbauunternehmen in einer automatisierten Vorgehensweise mit Planung und Programmierung einer oder mehrerer durch Roboter verbundenen Fertigungseinheiten für den konturgebenden Bereich. Die zugehörigen nachhaltigen modularen Werkzeugaufbaukonzepte (Abb. 2) werden zukünftig meist komplett zugekauft. Über Wissensdatenbanken gestützte Fertigungs- und Programmierprozesse laufen dann weitgehend automatisiert ab. Dennoch ist für die dann (durch den demografischen Wandel) wenigen Mitarbeiter in diesen Bereichen ein hohes Ausbildungsniveau erforderlich, um mögliche Fehler zu erkennen und zu beseitigen.

Im Werkzeugbau können wir bis 2030 mit folgenden Entwicklungen rechnen: Bei der Entwicklung von Kunststoffteilen, Formen und Maschinenteknik wird die Automatisierung bei höchster Prozesssicherheit im Fokus stehen. Darin liegt die Chance, um Hochlohnländern wie Deutschland ein Potenzial im globalen Wettbewerb der Zukunft zu ermöglichen. In früheren Jahrzehnten haben sich die Mitarbeiter um ihren Arbeitsplatz gesorgt, wenn das Thema Automatisierung aufkam. Heute müssen sie sich sorgen, wenn das Unternehmen nicht rechtzeitig die Weichen in diese Richtung stellt.

Neue Temperierkonzepte mit der Kombination unterschiedlicher Temperiersysteme eröffnen weitere Potenziale für prozesssichere Werkzeuge, die für die Automatisierung geeignet sind. Werkzeuge, die nicht energie-

effizient und somit nicht nachhaltig optimal temperierbar arbeiten, werden als isolierte und mit wenig Energiebedarf temperierte Werkzeuge neu gebaut werden müssen. Hier kann man sich bereits heute nachhaltig entscheiden (Abb. 3).

2.4 Fertigung der Zukunft

Die Vorgehensweise wird sich hier vor allem dahingehend ändern, dass es neben großen Stückzahlen bei Plattformen mit Gleichteilen auch vermehrt kleinere Stückzahlen mit vielen Varianten geben wird, die dennoch auf hohem Qualitätsniveau automatisiert herstellbar sein müssen. Aktuell sind bereits Systeme (z. B. Varimos) im Markt, die Maßabweichungen, Fehlstellen und Charzenschwankungen kompensieren können. Ebenso wird das Thema Temperierung hier einen neuen Stellenwert erreichen. Alle Sünden in Bezug auf eine unzureichende Produktentwicklung und „billige“ Werkzeuge werden in der Produktion schnell sichtbar und wirken sich auf Dauer schädlich aus. Da diese Probleme dann aber einer anderen Kostenstelle als der Werkzeugherstellung zugeordnet werden, ist dieses System bisher nicht lernfähig organisiert.

Alle bisher angesprochenen Aspekte zielen darauf ab, in der Fertigung aus einem optimal gestalteten Werkzeug ein optimales prozesssicher herstellbares Produkt automatisierbar mit einer kurzen Zykluszeit auszubringen. Hier sollten dann unter Hinzuziehung der Ergebnisse aus der Simulation (z. B. LSR) auch die ersten Parameter an der Maschine eingegeben und im weiteren Verlauf die optimale Einstellung (im Technikum) erarbeitet werden.

Ebenso wird die Temperierung gemäß dem Temperierplan oder gemäß der Vorgabe durch eine isolierte Festverrohrung aus dem Technikum an die Temperiergeräte angeschlossen und über die Einhaltung von Sollwerten und Toleranzen ständig überwacht. Es wird ein geeignetes geimpftes Medium für die Temperierung verwendet, sodass ein Zusetzen der Temperierkreisläufe (auch bei 1 mm) oder starke Korrosion mit über 100 °C heißem Wasser ausgeschlossen werden kann und eine turbulente Temperierung (ab 3,5 mm) sichergestellt ist. Die Sen-



Abb. 2: IsoForm-Gummiwerkzeug Auswerferseite mit je drei Einlegeteilen in vier Kavitäten (Quelle: Werksbild KB Hein/MBS UG)

sorik mit z. B. angussnahen Drucksensoren und angussfernen Temperatursensoren liefert die benötigten Informationen z. B. für die Formfüllung oder weitere Einstellgrößen.

Transponder an den Werkzeugen sorgen dafür, dass die Werkzeughistorie, die Wartung, die Zuordnung und die Bereitstellung an der Maschine und bei der Arbeitsvorbereitung transparent und sicher gestaltet sind.

3 Austriebsreduzierung – Entlüften kontra Evakuieren

Der Austrieb (Grat/Fell) in der Herstellung von Bauteilen aus vernetzten Werkstoffen stellt hinsichtlich der nachfolgenden Bearbeitung oft einen hohen Aufwand dar. Ebenso sorgt ein in der Form verbliebener Austrieb für einen erhöhten Reinigungsbedarf der Form (z. B. Ausbürsten). Eine umfassendere Prozessführung mit zyklusabhängiger Temperierung auf hohem Temperaturniveau, Sensorik und Auslegungen mit gezielten Überlaufentlüftungen ermöglicht völlig neue Wege hinsichtlich der Austriebsreduzierung.

Der Weg, der heute oft verfolgt wird, um eine vollständige Füllung ohne Lufteinschlüsse zu ermöglichen, ist die Evakuierung der Kavitäten. Das kann auch durchaus mit geringem Austrieb gelingen, wenn die Entlüftung nur in der Kavität erfolgt.

Bei einer Entlüftung in der Formtrennung in einem durch eine Dichtung eingeschlossenen Bereich zieht das Vakuum im Gegensatz dazu zusätzlich auch den Austrieb in die Trennung.

Eine Evakuierung nur in der Kavität ist z. B. bei IsoForm-Werkzeugen durch eine Schnellentlüftung mit konischen Auswerfern möglich. Der Auswerferkasten dient dabei als Unterdruckspeicher.

Da bei der Verarbeitung vernetzender Werkstoffe meist in der ersten Vernetzungsphase die niedrigste Viskosität erreicht wird, ist das genaue Füllvolumen (gesteuert über die Sensorik) genauso wichtig wie eine mögliche Kompensation einer dann nur noch geringen Schwankung. Das kann an Stelle einer Evakuierung über eine selbstabtrennende Überlaufentlüftung (z. B. HeiNo-Überlaufentlüftung, **Abb. 4**) in Abhängigkeit von der Füllung und der erforderlichen Entlüftung definiert werden.

Somit gibt es hier also neben der herkömmlichen Evakuierung mindestens zwei weitere Varianten, mit denen man den Austrieb und damit die Nacharbeit und die Formreinigung in Abhängigkeit von dem jeweiligen Bauteil und der Erfordernis für Schieber beherrschbar machen kann, um künftig kostengünstig und automatisierbar Bauteile aus vernetzenden Werkstoffen herzustellen.

4 Ein Schlüssel zur prozesssichereren Fertigung – die Temperierung

Bisher werden im Bereich der Verarbeitung von vernetzenden Werkstoffen oft Öltemperierungen, elektrische Heizstäbe oder eingepresste Heizschlangen verwendet. Diese ermöglichen eine Temperierung auf hohem Temperaturniveau. Für Gummi wird z. B. meist eine Temperatur zwischen 160 und 180 °C an der Formoberfläche benötigt, um die Vernetzung kontrolliert ablaufen zu lassen.

Da somit bei der Füllung der Form durch ein Angussystem die Masse schnell auf Vernetzungstemperatur kommt, kann es hier angussnah leicht zu ersten Anvernetzungen kommen. Diese werden dann durch die weitere Füllung abgelöst und verschoben und können so zu sichtbaren und festigkeitsrelevanten Inhomogenitäten führen. Würde man aber die Formoberflächentemperatur im Konturbereich (zyklusabhängig) während der Füllung um ca. 20 °C senken, würden die Anvernetzungen noch nicht entstehen.

Die gleiche Einflussnahme über die Oberflächentemperatur könnte auch den Zeitpunkt der niedrigsten Viskosität mitbestimmen und somit auf der einen Seite das Vernetzungsprofil beeinflussen und auf der anderen Seite den entstehenden Austrieb.

Abb. 3: IsoForm-Gummiwerkzeug Spritzseite (Quelle: Werksbild KB Hein/MBS UG)

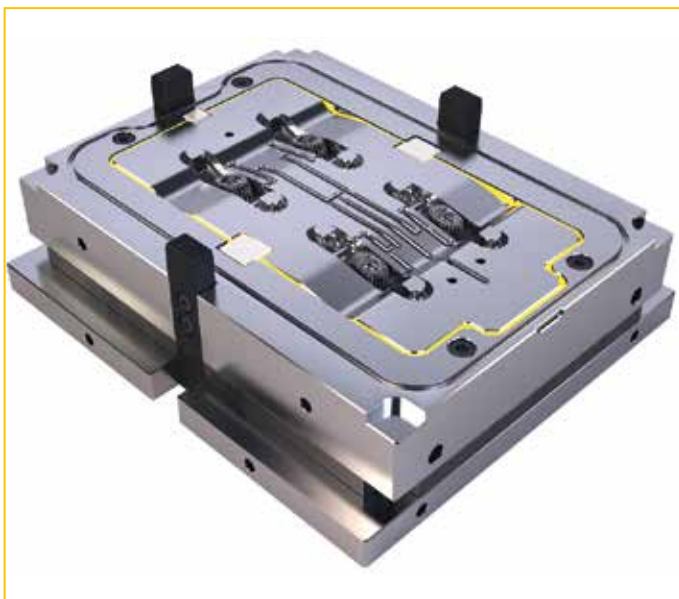


Abb. 4: HeiNo-Überlaufentlüftung (Quelle: Werksbild KB Hein)



Die Gleichmäßigkeit der Vernetzung mehrerer Kavitäten könnte mit einer konturnahen Temperierung (im Beispiel diffusionsgeschweißt, **Abb. 5**) ebenfalls besser geführt werden. Da elektrische Heizungen oder Öltemperierungen viel zu träge die Temperatur ändern, sind sie nicht geeignet, um zyklusabhängig zu temperieren. Da die Viskosität des Öls im Verhältnis zu Wasser zu hoch ist, sind kleinere konturnahe Temperierungen kaum denkbar. Hinzu kommen die Gefahren und Umweltbedenken im Umgang mit heißem Öl.

Somit wäre eine Wassertemperierung auf dem Stand der heutigen Temperiertechnik eine sinnvolle Entscheidung. Statische Wassertemperierungen sind heute bis 220 °C möglich. Zyklusabhängig werden mittlerweile

viele Geräte unterschiedlicher Hersteller bis 180 °C angeboten. In Projektkonzepten mit der IsoForm-Technologie und einer kurzen Entfernung vom Temperiergerät zum Werkzeug können die vernetzenden Werkstoffe sogar zyklusabhängig temperiert werden.

Eine konturnahe Temperierung wird auch schon mit einer statischen Wassertemperatur über viele Kavitäten sehr gleichmäßig ermöglicht. Lange Aufheizzeiten und Vorwärmstationen gehören dann zumindest in Verbindung mit der IsoForm-Technologie der Vergangenheit an. Mit den heute möglichen Wassertemperaturen kann man also eine deutlich höhere Prozesssicherheit erreichen, besonders, wenn man es mit den anderen hier angesprochenen Vorgehensweisen kombiniert.

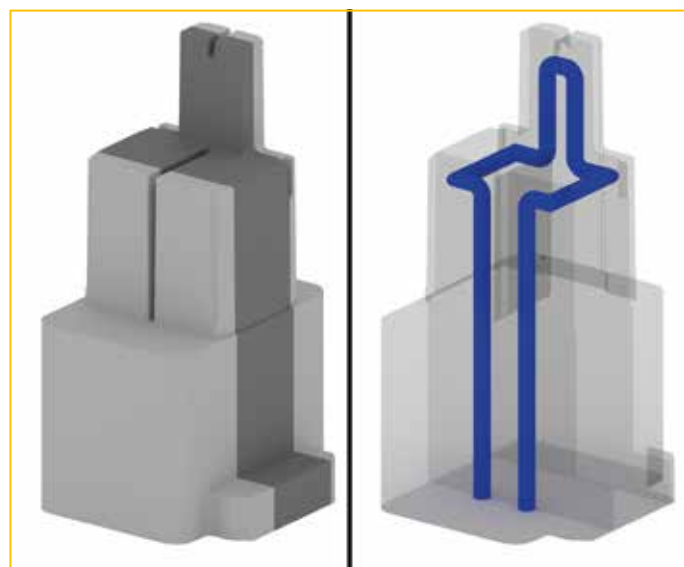


Abb. 5: Formeinsatz hergestellt durch Diffusionsschweißen (Quelle: Werksbild KB Hein)

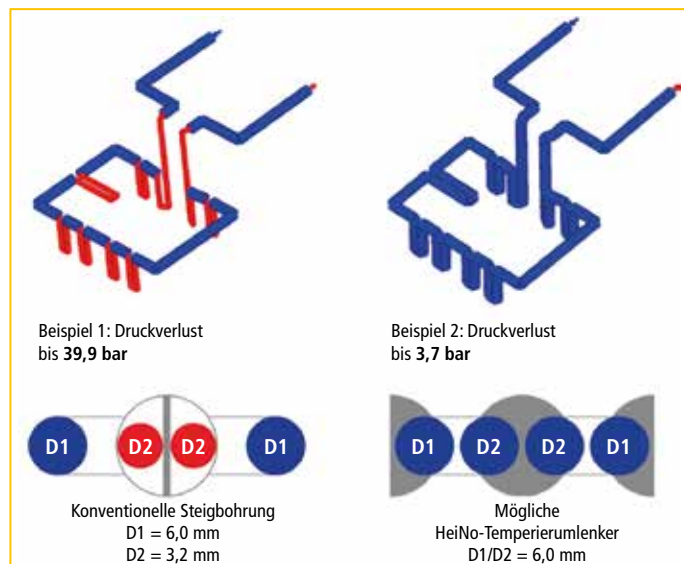


Abb. 6: Darstellung Druckverlust durch Temperierumlenkung (Quelle: Werksbild KB Hein)

Wichtig ist dabei, dass die Regeln für Flüssigkeitsströmungen beachtet werden (**Abb. 6, 7**). Das bedeutet z. B., dass im Werkzeug weder Umlenkleche noch Sprudler oder andere Strömungsbremsen verwendet werden. Das betrifft dann auch die Anschlusstechnik zwischen Temperiergerät und Werkzeug. Der allseits beliebte Wasserstop in der Anschlusskupplung ist meist eine schlechte Entscheidung, da hier wieder Strömungsbremsen mit teilweise hohem Druckverlust entstehen. Erreicht man durch solche vermeidbaren Strömungsbremsen die turbulente Temperierung im Konturbereich nicht mehr, reduziert sich die Temperierwirkung schnell auf ein Zehntel.

Schon für einen wirklich gleichmäßigen Energieeintrag für die Vernetzung benötigt man eine konturnahe Temperierung, die in der Regel mit speziell geimpftem Wasser realisiert wird, da normales Wasser über 100 °C sehr aggressiv wird. Damit das Wasser auch über 100 °C nicht den Aggregatzustand zum Wasserdampf wechselt, muss das System mit Druck beaufschlagt werden, was zu höheren Anforderungen an die Verschlauchung und die Anschlusstechnik führt. Bei 120 °C beträgt der erforderliche Überdruck 1 bar, bei 160 °C dann 5 bar und bei 225 °C sogar 30 bar. Bewährt haben sich hier geschlossene Systeme mit einem Tank für das verwendete geimpfte Wasser am Temperiergerät.

Eine besondere Beachtung im Bereich über 100 °C Wassertemperatur erfordern die im Temperiersystem verwendeten Dichtungen. Dichtungen, die sich für Öl im hohen Temperaturbereich bewährt haben, versagen bei Wasser über 100 °C. Lassen Sie sich

Abb. 7: HeiNo-Temperierumlenker eingebaut (Quelle: Werksbild KB Hein)



von den Dichtungslieferanten beraten und fordern Sie Zertifikate von Testlabors ein, die die Dichtung mit dem Medium Wasser (geimpft) unter den erforderlichen Arbeitsbedingungen getestet haben. Wie Sie sehen, muss einiges beachtet werden. Allerdings gehen viele Unternehmen diesen Weg, um die Vorteile des Wassers gegenüber dem Wärmeträgeröl (Faktor 5–8 hinsichtlich der Wärmeübergangseigenschaften) für eine wirtschaftlichere, prozesssichere Fertigung zu nutzen.

5 Reduzierung des Energieeintrags für die Vernetzung – isolierte Formeinsätze

Eine komplette Form für die Herstellung von Bauteilen aus vernetzenden Werkstoffen auf eine Zieltemperatur von z. B. 160 °C zu bringen, kann je nach Formgröße über eine Stunde dauern. Bis sich dann in der Fertigung ein gleichmäßiges Temperaturspiel eingestellt hat, wurden oft schon viele Anfahrteile in den Ausschussbehälter geworfen. Dass dieses Vorgehen noch nichts mit Prozesssicherheit und zeitgemäßen automatisierbaren Prozessen zu tun hat, wird dem Betrachter schnell deutlich.

Man könnte sagen: Gut, dass dieser Bereich nicht so leicht automatisierbar ist und die Fertigung das ständige Fingerspitzengefühl einiger weniger Eingeweihter benötigt. Schauen wir uns aber den demografischen

Wandel, die vielen Vorruhestandsregelungen und die Ausbildungsplätze an, die schon heute nicht mehr ausreichend besetzt werden, dann wird deutlich: Wo nicht rechtzeitig mit der Automatisierung begonnen wird, ist der Betrieb morgen in Gefahr.

Somit benötigen wir robuste Prozesse, die ohne lange Anlaufphase kurzfristig und wiederholbar die Bauteile auf hohem Qualitätsniveau ausbringen.

Damit die Temperierung nur dort wirkt, wo die hohe Temperatur für die Vernetzung benötigt wird, wird der Werkzeugaufbau in IsoForm-Werkzeugen gegen die formgebenden Einsätze isoliert. Das Stahlvolumen, welches thermisch beeinflusst wird, ist so viel kleiner als bei Standardwerkzeugen. Die Hauptisolation findet im Werkzeug statt und nicht um das Werkzeug herum. IsoForm ist grundsätzlich auch für alle herkömmlichen Temperierungen, z. B. für elektrische Heizungen und das Temperieren mit Öl, geeignet (**Abb. 8**).

Für alle Anwendungen stellt ein IsoForm-Werkzeug durch die Isolation des zu temperierenden Formbereiches für Anwendungen mit Elastomeren, Thermoplasten, Duroplasten, Druckguss und Mehrkomponenten-anwendungen eine bessere Grundlage zur Verfügung.

Für eine zyklusabhängige Temperierung wiederum ist eine konturnahe Temperierung

erforderlich, die möglichst nur kleine Massen (Formkonturbereiche) temperiert (**Abb. 9**).

Das urheberrechtlich geschützte Werkzeugkonzept IsoForm ist heute aufgrund der vielen Vorteile für eine deutlich höhere Prozesssicherheit besonders in der Produktion sehr gefragt.

5.1 Umsetzung mit IsoForm-Werkzeugen

Das individuelle Normalienkonzept zum Formenkonzept IsoForm ermöglicht die unterschiedlichsten Konstellationen von einer Kavität in einem isolierten Formeinsatz bis hin zu vielen kleinen Kavitäten in einem oder mehreren Formeinsätzen mit individuellen Schieber- und Entformungslösungen.

So individuell die Anwendbarkeit ist: Was gleich bleibt, ist die thermische Isolierung des konturgebenden Formbereiches gegen den Rest des Werkzeuges und die konsequent mittige Zentrierung innen für die Formeinsätze mit isolierenden Zentrierstücken und außen am Werkzeug mit mittigen Stollenzentrierungen.

Die innovative Gestaltung des Auswerferrahmens führt zu einer maximalen Abstützung der Zwischenplatte sowie der Formplatte und reduziert so die Durchbiegung erheblich. Die häufige Bildung von Austrieb (Fell) aufgrund von vorzeitigen Alterungen und Durchbiegungen im Werkzeug gehört somit weitgehend der Vergangenheit an.

Abb. 8: IsoForm-Wechseleinsatz (Quelle: Werksbild KB Hein)

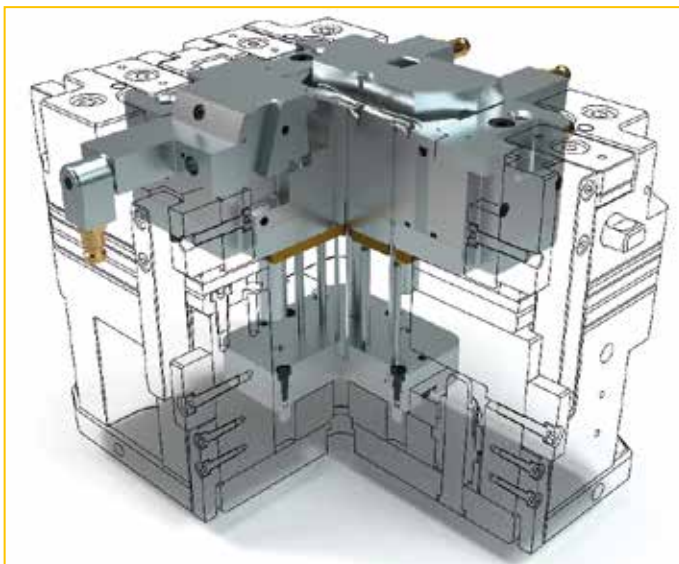
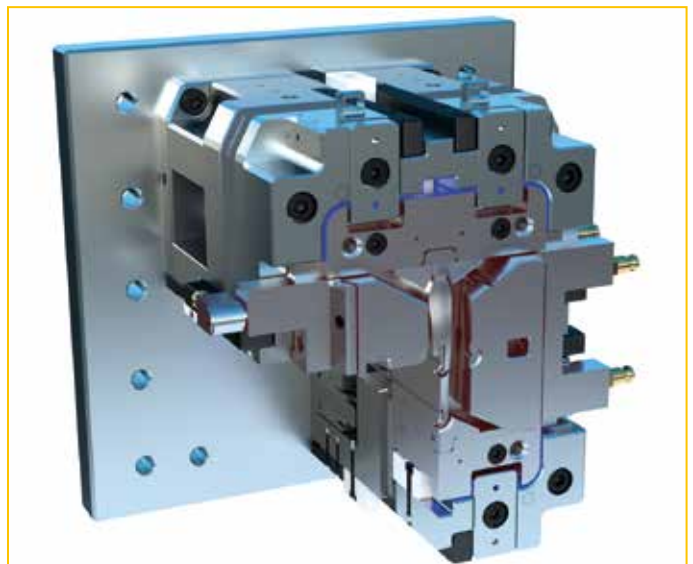


Abb. 9: Isolierung des Formkonturbereiches mit Luft – blau dargestellt (Quelle: Werksbild KB Hein)



5.2 IsoForm-Wechselwerkzeuge

Sicherlich ist die Mehrfachnutzung für den aktuellen Trend zur Modellvielfalt mit geringeren Stückzahlen eine weitere interessante Perspektive. Für bestimmte Baugrößen/Bauteilvarianten auch mit Schiebern und Schrägläufern wird nur ein Normalienaufbau für mehrere Anwendungen benötigt. Im IsoForm-Programm gibt es für die Mehrfachnutzung Normalienvarianten, bei denen die Einsätze von der

Trennebene ausgetauscht werden können oder ganze Formplatten mit den zugehörigen Auswerfern gewechselt werden (Abb. 10, 11).

Sie nutzen die präzise IsoForm-Zentrierung sowie immer die thermische Trennung und haben eine einfache und schnelle Wechselmöglichkeit. Hier wird durch die generative Herstellung der Formeinsätze für die vorhandene Wechsel-Stammform auch ein deutlicher Zeitvorteil erkennbar.



Abb. 10:
IsoForm-Wechselwerkzeug (Quelle: Werksbild KB Hein)

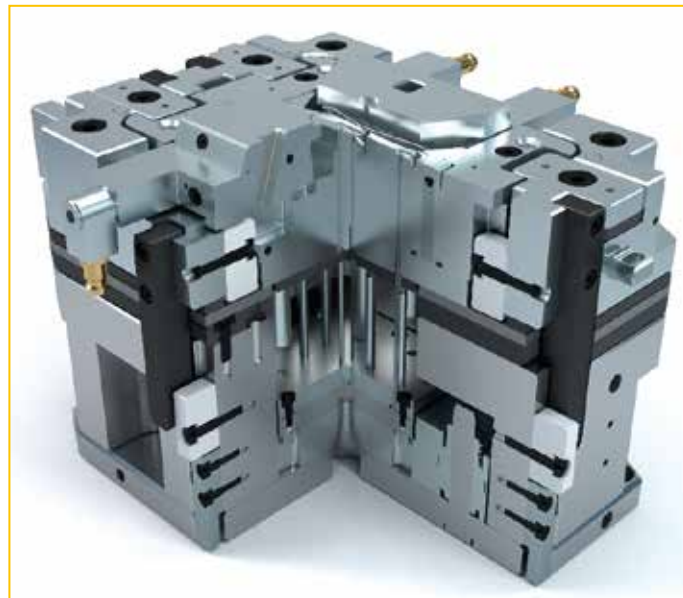


Abb. 11:
IsoForm-Wechselwerkzeug (Auswerferseite) im Schnitt (Quelle: Werksbild KB Hein)

Universelle, thermisch getrennte Wechselsysteme ermöglichen einen schnellen Wechsel individueller Anwendungen auf Spritzgießmaschinen von Hand oder durch einen Roboter. Die Vorteile sind überzeugend: immer optimal temperiert und thermisch getrennt, mit Schiebern und Schrägläufern realisierbar. Das Stammwerkzeug gehört im Invest oft zur Maschine, so bleibt ein geringerer Invest in konturgebende, isolierte Wechselmodule. Das System ist prozesssicher und automatisierbar.

6 Ausblick

Die großen Veränderungen, die auf uns zukommen, mit Ressourcenverknappung, rückläufiger Entwicklung der Weltbevölkerung (aktuell besonders extrem in Europa), die Weltklimaveränderung, die zukünftige Verteuerung der Energiebeschaffung zwingen in vielen Bereichen zu einem Umdenken. Will man die heutige Produktivität in den nächsten Jahren mit notgedrungen weniger Mitarbeitern aufrechterhalten, dann ist die Automatisierung unter nachhaltigen Gesichtspunkten in allen Bereichen unabdingbar. Formen für vernetzende Werkstoffe, Spritzgießwerkzeuge, Druckgussformen und Umformwerkzeuge müssen diesen Anforderungen gerecht werden, denn eine Automatisierung der Kunststofffertigung ist auf Dauer nur mit Spritzgießwerkzeugen denkbar, die soweit automatisierbar sind, dass auch der Umrüst- und Anfahrprozess an der Maschine prozesssicher möglich ist. Sollten Werkzeuge auch für den Einsatz in späteren Jahren gebraucht werden, so muss man das heute schon im Blick haben. Die immer noch steigende Nachfrage nach Produkten aus Kunststoff ermöglicht und erfordert heute einen sinnvollen Invest in eine Zukunft, in der wir die Rohstoffe für die Herstellung von nachhaltigen Produkten nutzen und nicht durch den Schornstein oder den Auspuff verheizen.

