

**VDI-Tagung Spritzgießen 2008.** Der Kalender wollte es so: Die alljährliche Tagung der Spritzgießer in Baden-Baden war dieses Mal schon Ende Januar. Die Veranstalter haben der Branche „Innovation und Produktivität“ auf die Fahne geschrieben und rückten aktuelle verfahrenstechnische Entwicklungen in den Mittelpunkt. Für diejenigen, die unter dem täglichen Erfolgsdruck in der Industrie leiden, gab es praktische Aufbauhilfe.

# Vom Innovationsdruck zum Erschöpfungszustand

**WOLFGANG KIRCHER**

Das Thema der diesjährigen Tagung – Innovation und Produktivität – ist für jeden Betrieb überlebenswichtig. Trotzdem fanden so wenige Teilnehmer den Weg nach Baden-Baden wie seit Jahren nicht mehr. Dabei war die Referentenliste gespickt mit Namen, die für hohe Fachkompetenz bürgen. Einige Mutmaßungen zum mäßigen Anklang von nur knapp 200 Besuchern, den die Veranstaltung fand: Es gab diesmal keine Parallelsession, und möglicherweise hatte die Branche die K-Messe ob des frühen Zeitpunkts im Jahr noch nicht verdaut. Genauso diskussionswürdig ist es aber, ob

der Veranstalter mit Programm, Beiträgen und Referenten die Zielgruppe, also die mittelständisch aufgestellten Spritzgießer, etwas aus den Augen verloren hat. Auftritte von Praktikern fehlten weitgehend.

## Ökointelligenz bei Spritzgießmaschinen

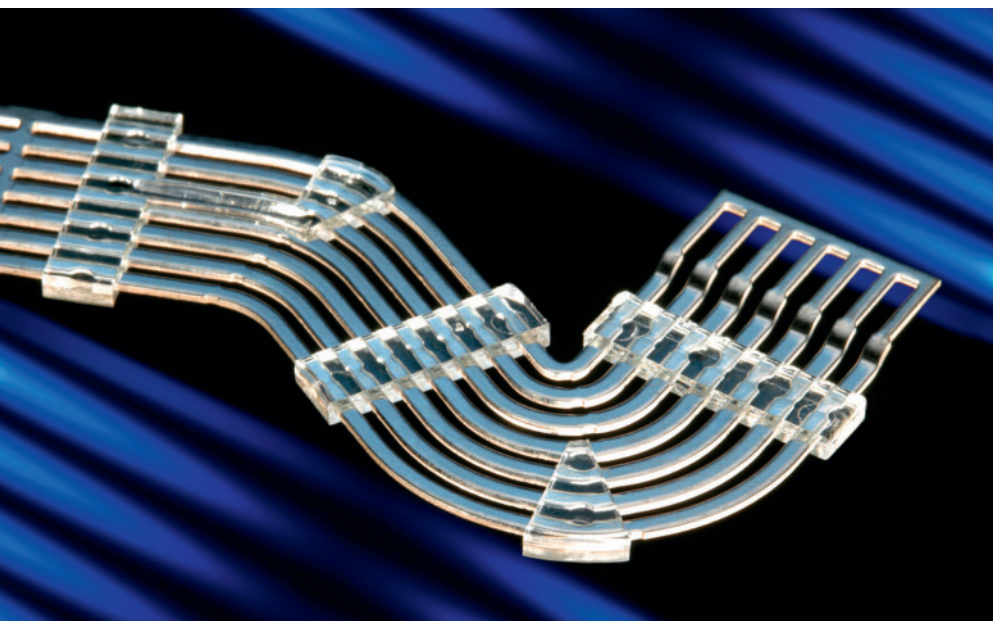
Professor Dr. Wolfgang Wimmer (Institut für Konstruktionswissenschaften, Technische Universität Wien) stellte eine „Ecodesign Toolbox“ vor, die Umweltaspekte bei der Entwicklung eines Produkts beleuchtet. Mit diesem Werkzeug wird der Energiebedarf eines Produkts aufgeteilt in die Segmente Rohstoffherzeu-

gung, Herstellung, Nutzung und Entsorgung. Eine Spritzgießmaschine verbraucht – wenig überraschend bei einem warm umformenden Prozess – über 80 % des Gesamtenergieaufwands bei ihrer Nutzung. Für die Rohstoffgewinnung fallen knapp über 10 % an und für die Herstellung der Maschine gerade einmal 3 %. Bei ihrer Entsorgung werden dann ca. 2 % der aufgewendeten Energie wieder zurückgewonnen. Das Hauptaugenmerk beim Energiesparen im Leben einer Spritzgießmaschine muss also auf die A-Position, die Nutzung, gelegt werden. Dabei schlagen die Verbraucher Heizkanal (8 %), Temperiergeräte (47 %), Antrieb und Steuerung (19 %) sowie die Heizungen (26 %) zu Buche. Interessant, dass allein durch die Isolation der Plastifiziereinheit rund 40 % der Heizenergie eingespart werden können.

Für Spritzgießmaschinen wurde ein Label vorgeschlagen ähnlich jenem bei Kühlschränken oder Waschmaschinen, auf dem der Betreiber den Energieverbrauch, den Ölverbrauch und den Geräuschpegel auf einen Blick ablesen kann. Wenn die Energiepreise sich so weiter entwickeln, dürfte diesem Thema Aufmerksamkeit gewiss sein.

## Inniges Konfliktverhältnis

Zykluszeit und Werkzeugwandtemperatur hängen stark voneinander ab. Eine hohe Wandtemperatur bringt schöne Oberflächen hervor, verhindert die Ausbildung von Bindenähten und erhöht den Glanzgrad. Aber mit jeder Temperaturerhöhung um 10 °C verlängert sich einer Faustregel zufolge die Zykluszeit um rund 20 %. Da



**Bild 1.** Mit einem transparenten Copolyamid, das besonders gut auf Metallen und Kunststoffen haftet, lassen sich Leiterbahnen dicht umspritzen (Quelle: BASF)

mit stehen die Wandtemperatur samt der daraus resultierenden Formteilqualität und die Wirtschaftlichkeit auf Kriegsfuß miteinander. Eine Abhilfe ist, wie Josef Gießauf (Engel Austria GmbH, Schwertberg/Österreich) in seinem Vortrag ausführte, seit gut 20 Jahren bekannt. Aber erst als fernöstliche Hersteller Gehäuse von Flachbildschirmen mit exzellenter Oberfläche (ohne Lackierung) ablieferten, erinnerte sich das alte Europa an die dynamische Temperierung, die auch als Variothermverfahren bezeichnet wird.

Bei jedem Zyklus wird vor dem Einspritzen die Werkzeugoberfläche erwärmt und danach wieder abgekühlt. Für die Umsetzung der variothermen Temperierung stehen mehrere Alternativen zur Verfügung. So kann zwischen Temperiergerät und Werkzeug ein Ventil eingebaut

werden, das zwischen heißem und kaltem Temperiermedium umschaltet. Energetisch günstiger sind separate Heiß- und Kaltwasserkanäle, aber meistens findet der Konstrukteur im Werkzeug dafür nicht genügend Platz. Ein anderes Prinzip ist eine intensive Aufheizung der Oberfläche bei geöffnetem Werkzeug mit Infrarotstrahlern. Die verschiedenen Heizungsarten zeichnen sich jeweils durch spezifische Vor- und Nachteile aus (Tabelle 1).

Auch Professor Dr. Paul Thienel (Fachhochschule Iserlohn) hat sich ausführlich mit der Werkzeugtemperierung beschäftigt. Die neueren Ansätze seien hier kurz vorgestellt. Eine ideale Temperierung folgt der Formteilkontur möglichst genau. Das ist machbar, wenn der Formeinsatz in Schichten zerlegt und die Kühlung (der Kontur folgend) eingebracht wird. Anschließend werden die einzelnen Segmente, meist in Vakuumlöttechnik, wieder zusammengesetzt. Eine Alternative dazu ist das Lasersintern. Mit dieser Technik und den entsprechenden CAD-Daten ist es möglich, einen Formeinsatz aus Metallpulver schichtweise aufzubauen und die Temperierkanäle in beliebiger Geometrie zu berücksichtigen. Vor allem für Problembereiche im Werkzeug (heiße Ecken, schlanke Kerne, Materialanhäufungen) ist die CO<sub>2</sub>-Temperierung sinnvoll. Dabei werden Expansionsräume mit flüssigem CO<sub>2</sub> beschickt, das darin verdampft. Auf diese Weise werden hohe Temperierleistungen erzielt. Für eine Komplettkühlung ist das Verfahren allerdings zu teuer.

**Maßgeschneiderte Materialien und neue Geschäftsmodelle**

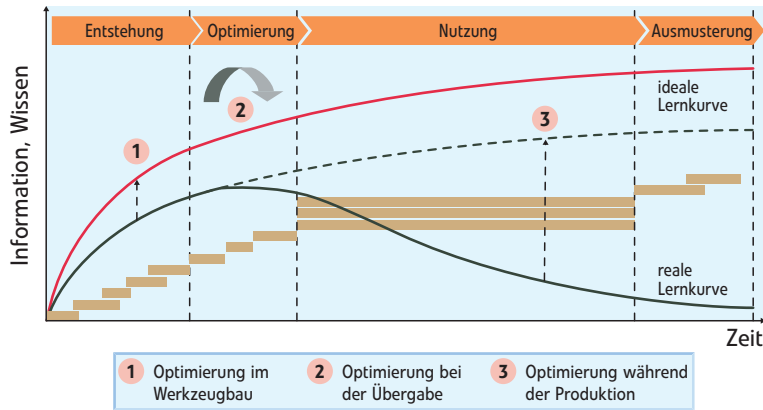
Innovationen mit neuen Bauteilfunktionen und -eigenschaften wie auch Produktivitätssteigerungen lassen sich oft nur mit neuen Werkstoffen umsetzen. Dr. Reinhard Jakobi (BASF SE, Ludwigshafen) listete einige dieser Werkstoffe und Verfahrensoptimierungen auf. Beim Fußgängerschutz im Stoßfänger kommt ein speziell für diesen Anwendungsfall entwickeltes Polyamid zum Einsatz, das ausreichend steif ist und trotzdem viel Energie aufnehmen kann. Ein hitzestabil modifiziertes PA mit Mineralfüllung trägt die hohen Temperaturen der Online-Lackierung bei Karosserieteilen aus Kunststoff. Hydrolysebeständigkeit ist gefragt, wenn die hohe Produktivität der Wasserinjektionstechnik genutzt werden soll. Dafür gibt es spezielle PA 66-Typen. Polyethersulfon kann mit Entgasungs-

	Fluid-Temperierung		Werkzeug-integrierte Heizungen		Externe Heizungen		
	Wasser	Dampf	Keramik	Integrierter Induktor	Externer Induktor	IR-Heizung im geöffneten Werkzeug	IR-Heizung zyklusparallel
<b>Technische Grenzen</b>							
Heizen bei geschlossenem Werkzeug möglich	●	●	●	●	○	○	●
Hohe Temperaturen möglich – für alle Thermoplaste geeignet	○	●	●	●	●	●	●
Für große Formteile geeignet	●	●	○	●	●	●	●
Für Hochglanzoberflächen geeignet	●	●	●	●	●	●	●
<b>Wirtschaftliche Aspekte</b>							
Geringe Anlagen-Investitionskosten	●	○	●	●	●	●	●
Geringe Zusatzkosten für Werkzeug	●	●	○	○	●	●	●
Kurze oder zyklusparallele Heizzeit	○	●	●	●	●	●	●
Heizung universell für andere Werkzeuge verwendbar	●	●	○	○	●	●	●
<b>Werkzeug und Kühlung</b>							
Konventionelle Temperierkanäle ausreichend	●	●	●	●	●	●	●
Keine spezielle Werkzeugkonstruktion erforderlich	●	●	○	○	●	●	○
Entleeren der Temperierkanäle vor Heizen nicht erforderlich	●	○	○	○	●	●	●
<b>Sicherheit</b>							
Geringes sicherheitstechnisches Risiko	●	○	●	○	○	●	●

- trifft zu
- trifft teilweise zu
- trifft nicht zu

**Tabelle 1. Die verschiedenen Heizungsarten, die beim Variothermverfahren zum Einsatz kommen, zeichnen sich jeweils durch spezifische Vor- und Nachteile aus** (Quelle: Engel)

**Austausch zwischen Werkzeugbauer und Spritzgießer**



**Bild 2. Durch die Datenrückführung während der Nutzungsphase können die Informationen für nachfolgende Werkzeugentwicklungen genutzt werden** (Quelle: WZL Aachen)

zeug plus Dienstleistungsportfolio sind Inhalt des Geschäftsmodells. Neue Ansätze bei den Dienstleistungen sind Verfügbarkeitsgarantie, vorbeugende Instandsetzung oder Werkzeugfinanzierung. Der Preis für ein Werkzeug könnte zweigeteilt aufgebaut sein und aus dem Basispreis und einer Verfügbarkeitsprämie bestehen. Wichtig ist auch ein Datentransfer zwischen Spritzgießer und Werkzeugbauer in der Nutzungsphase der Form. Dieser Austausch hilft, das nachfolgende Werkzeug optimal an die Maschine und die Bedürfnisse des Kunden anzupassen (Bild 2).

Ergänzend dazu hoben Hans-Georg Zwicker (Zwicker Systems Group, Nürn-

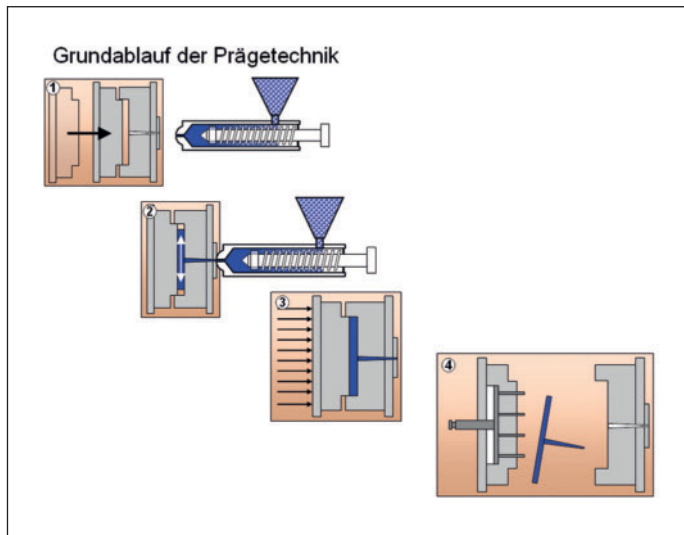
schnecken ohne Vortrocknung verarbeitet werden. Daraus entstehen z.B. hochwertige Scheinwerferreflektoren. Mit einem transparenten unverstärkten Copolyamid, das besonders gut auf Metallen und Kunststoffen haftet, lassen sich Leiterbahnen von Elektronikbauteilen dicht umspritzen. Dabei wird zunächst ein Vorspritzling produziert, bei dem das neu entwickelte PA die Metalle fixiert und abdichtet. In einem zweiten Arbeitsgang erfolgt die endgültige Formgebung mit konventionellem Gehäusematerial (Bild 1).

Neben Maschine und Material ist das Werkzeug ein weiteres Herzstück des Spritzgießbetriebs. Professor Dr. Günther Schuh (Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen) machte Vorschläge, wie die einheimischen Werkzeug- und Formenbauer sich gegenüber der Konkurrenz aus Asien und Osteuropa absetzen sollten. Strategie muss sein, sich auf hochwertige Werkzeuge zu konzentrieren. Diese technologische Exzellenz dreht sich um Werkzeuge für die Mehrkomponententechnik, die Wasser- und Gasinjektion, Etagen-, Wendetisch- und Drehtellerwerkzeuge, Werkzeuge für das Umspritzen von Einlegeteilen, für Dünnwandteile, für Teile mit engsten Toleranzen, für das Folien- und Stoffhinterspritzen, für optische Komponenten sowie für den Reinraum oder Werkzeuge mit einer konturangepassten Temperierung.

Die aktive Vermarktung muss die besonderen Eigenschaften wie kurze Zykluszeit oder hohe Präzision hervorheben, denn davon profitiert der Anwender. Der Werkzeugbauer muss Problemlöser für den Kunden sein. Hochwertiges Werk-



**Bild 3. Prozessschema des Spritzprägens:** Die Werkzeughälften fahren in Prägeposition, die Schmelze wird in die geöffnete Kavität eingespritzt. Nach dem Zusammenpressen des Werkzeugs, dem Nachdruckaufbau und dem Kühlen wird das Formteil ausgeworfen (Quelle: Demag)



berg) und André Buhr (Buhrstahlformenbau GmbH & Co. KG, Velbert) die Geschwindigkeit als besondere Herausforderung für die Werkzeugbauer hervor. Die „Time to Market“, also die Zeit, die das Werkzeug vom Konstruktionsstart bis zur Fertigungsaufnahme benötigt, und die internen Durchlaufzeiten zu verkürzen und auf Änderungen schneller zu reagieren, ist für Betriebe in Westeuropa überlebensnotwendig. Lösungsansatz ist eine geschlossene papierlose CAD/CAM-Datenkette, in die auch die Vermessung integriert ist.

**Ein kleiner, aber feiner Hub mehr**

Dem Tagungsthema angemessen, wurden einige innovative Fertigungsverfahren vorgestellt. Schon lange bekannt, vor allem aus der Duroplastverarbeitung, ist die Prägetechnik. Sie war einige Zeit in der Versenkung verschwunden und erlebte im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts eine Renaissance beim

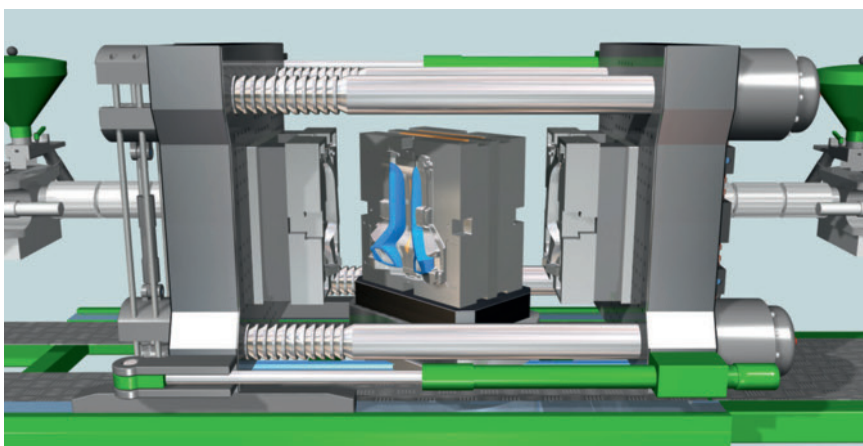
Spritzgießen von CDs und DVDs. Inzwischen erschließt sich das Spritzprägen laufend neue Anwendungsfelder, so André Lück (Demag Plastics Group, Schwaig). Beim Spritzgießen mit seinen hohen und insbesondere unterschiedlichen Werkzeuginnendrücken entstehen Einfallstellen, Verzug und Anisotropien. Bei der Prägetechnik kann der Schwindung bereits in der Füllphase entgegengewirkt werden, indem ein Materialüberschuss eingebracht wird. Dies minimiert die Verzugsneigung, und Oberflächenstrukturen werden genauer abgebildet. Das übliche Spritzgießen wird beim Spritzprägen durch einen zusätzlichen Hub erweitert. Durch diesen Pressvorgang, der entweder von der Schließbewegung des Werkzeugs (Maschinenprägen) oder eines Werkzeugelements (Kernprägen)

ausgeführt wird, gelangt zusätzliches Material in die Kavität (Bild 3).

Laminierte Sandwichstrukturen mit Gewebedecklagen und Schaumkern kamen in der Vergangenheit deshalb nicht zum Großserieneinsatz, weil die Zykluszeiten zu lang und die Kosten zu hoch waren. Dr. Norbert Müller (Schaumform GmbH, Langensendelbach) berichtete über ein Verfahren, mit dem diese Leichtbaupotenziale genutzt werden können. Dabei wird eine mit einem chemischen Treibmittel oder auf physikalischem Wege direkt begaste Schmelze eingespritzt und die Kavität vollständig gefüllt. An der kalten Werkzeugwand erstarrt die Deckschicht sofort. Dann wird das Werkzeug präzise um einige Zehntelmillimeter bis max. 2 mm geöffnet. Die Integralschaumstruktur im Bauteilinnern kann somit expandieren und drückt die erstarrten Deckschichten wieder an die Werkzeugwand. So entstehen Formteile mit reduziertem Gewicht.



**Bild 5. Türinnenverkleidungen mit PUR-Oberflächen in verschiedenen Farben lassen sich in einem einstufigen Verfahren herstellen** (Quelle: KraussMaffei)



**Bild 4. Dolphin-Verfahren mit drehendem Werkzeug-Mittelblock und mitfahrendem zweiten Spritzaggregat mit Schäumerausüstung** (Quelle: Engel)

Peter Egger (Engel Austria) brachte den Zuhörern das sogenannte Dolphin-Verfahren nahe, das für die Herstellung von Funktionsteilen mit steifem Träger und weicher Außenhaut mit Integralschaumcharakter geeignet ist. Im ersten Schritt wird der Träger konventionell gespritzt. Anschließend wird der Mittelblock des Werkzeugs mit dem Vorspritzling um 180° gedreht. Auf der Auswerferseite der Maschine fährt eine Spritzeinheit mit Schäumerausüstung mit – Gasinjektoren im Massezylinder und eine Schnecke mit Plastifizierbereich und nachgeschalteter Gasmischstufe. Dieses Aggregat bringt

## Tagungsband

Interessenten können den Tagungsband „Spritzgießen 2008“ (ISBN 978-3-18-234288-5, 258 Seiten) beim VDI Wissensforum anfordern: [wissensforum@vdi.de](mailto:wissensforum@vdi.de)

nun die gasbeladene Schmelze in den Hohlraum zwischen Träger und beweglicher Werkzeughälfte mit der Außenkontur ein, wo sie durch Zurücksetzen des Schließdrucks („Präzisionsöffnen“) aufschäumt (Bild 4).

Marco Gruber (KraussMaffei Technologies GmbH, München) vervollständigte die Verfahrensübersicht mit der SkinForm-Technik. Auch hier wird ein Träger klassisch spritzgegossen, z. B. in der ersten Kavität eines Schiebetisch-Werkzeugs. Im zweiten Takt wird der Träger ganz oder teilweise mit PUR-Schaum überflutet. Der Mischkopf ist dabei am Werkzeug montiert. Erste erfolgreiche Anwendungen finden sich in der Automobilindustrie (Bild 5).

## Streicheleinheiten für die Seele

Damit Ingenieure und Naturwissenschaftler, ohne die alle vorab beschrieben Innovationen und Produktivitätsfortschritte nicht möglich sind, vor lauter Stress nicht auf der Strecke bleiben, gab die Persönlichkeitstrainerin, gelernte Heilpraktikerin und studierte Maschinenbauerin (sic!) Dr.-Ing. Gabriele Alscher den Anwesenden einige Tipps zum „persönlichen Energiemanagement“. Sie erläuterte die Spannungsfelder der modernen Arbeit mit den Gefahren des „Burnout-Syndroms“ und zitierte u. a. einen Satz von Teresa von Avila: „Sei freundlich zu deinem Körper, damit die Seele Lust hat, darin zu wohnen“. Auch solch hilfreiche Erkenntnisse kann ein Fachpublikum gelegentlich bei einer von der Technik geprägten Tagung mitnehmen. ■

### DER AUTOR

DIPL.-ING. WOLFGANG KIRCHER, geb. 1948, ist in der Organisationsentwicklung im Kunststoffwerk der Robert Bosch GmbH, Waiblingen, tätig. Nebenberuflich arbeitet er als Fachjournalist.

### SUMMARY KUNSTSTOFFE INTERNATIONAL

## From the Pressure to Innovate to a State of Exhaustion

**VDI INJECTION MOLDING CONFERENCE 2008.** *The calendar had its way: the annual conference of injection molders in Baden-Baden took place already at the end of January this year. The theme of this year's event was "Innovation and Productivity", and the organizers focused on current developments in processing technology. Practical assistance was offered to those who have to withstand the everyday pressures associated with succeeding in industry.*

NOTE: You can read the complete article in our magazine

**Kunststoffe international** and by entering the document number **PE104236** on our website at [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)