

Heinz-Jürgen Rottig

# Von der Innenverkleidung zur Türe

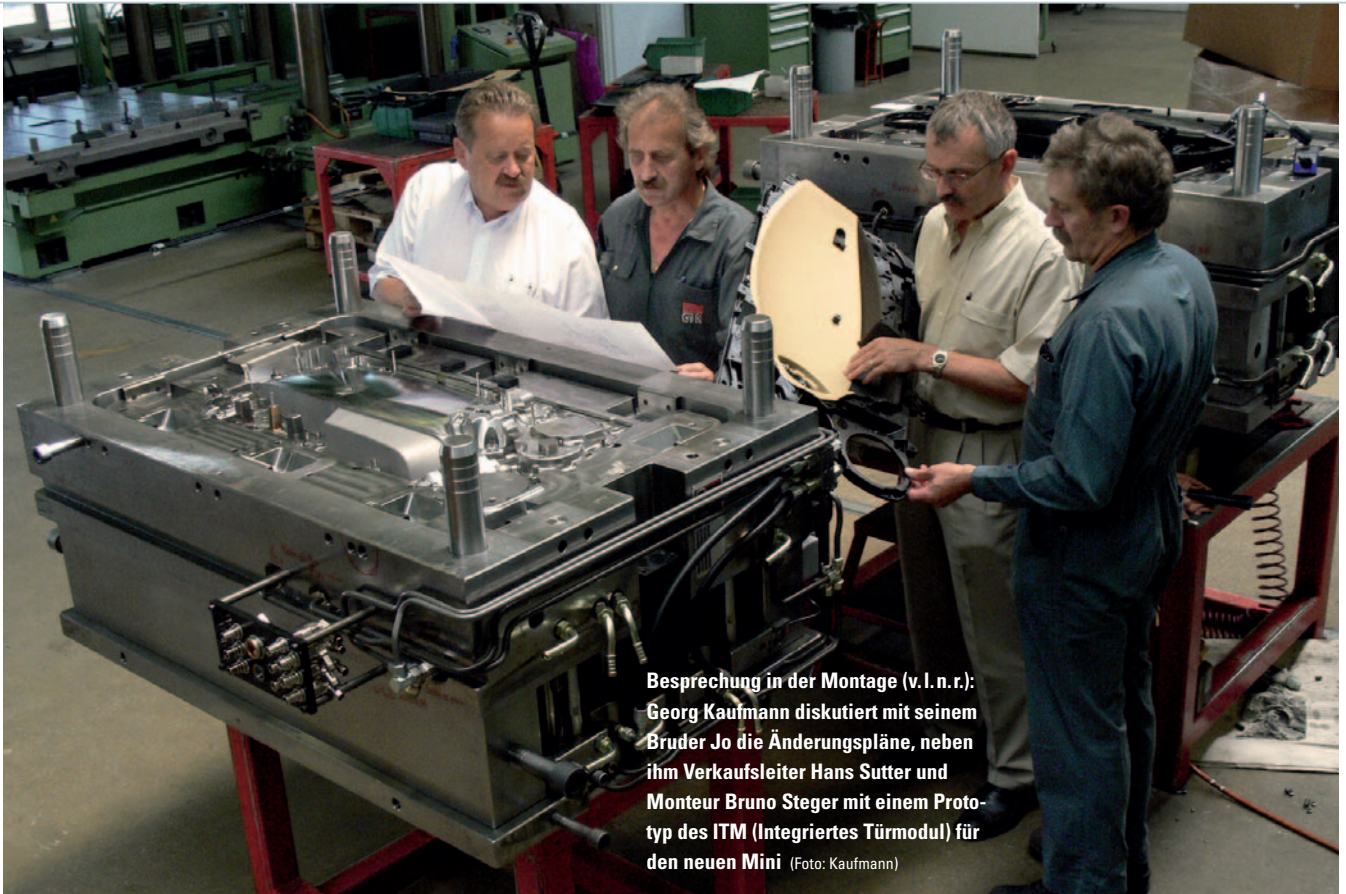


Anwenderbericht aus der Automobilindustrie überreicht von:



Synventive Molding Solutions GmbH, Heimrodstraße 10, 64625 Bensheim  
Tel.: +49 6251 9332-0, Fax: +49 6251 9332-90, E-Mail: infohrde@synventive.com  
Internet: <http://www.synventive.com>

Sonderdruck



Besprechung in der Montage (v.l.n.r.): Georg Kaufmann diskutiert mit seinem Bruder Jo die Änderungspläne, neben ihm Verkaufsleiter Hans Sutter und Monteur Bruno Steger mit einem Prototyp des ITM (Integriertes Türmodul) für den neuen Mini (Foto: Kaufmann)

# Der Schritt von der Innenverkleidung zum Türmodul

**Funktionsintegration im Fahrzeugbau.** Einen großen Fortschritt in der Automobilproduktion haben die Zulieferer vor allem dem Werkzeug- und Formenbau zu verdanken. Mit der Entscheidung von BMW, in Zusammenarbeit mit den Magna-Gruppen Magna Closures und Intier Automotive Interiors UK das Türmodul des neuen Mini aus glasfaserverstärktem PP herzustellen, wird nicht einfach nur Blech ersetzt. Das neue Türenkonzept gewährt der designverliebten und kostengetriebenen Automobilindustrie beachtliche Vorteile.

## HEINZ-JÜRGEN ROTTIG

Ab jetzt ist das die Autotür.“ Mit kurzen Worten führt Georg Kaufmann, Inhaber des gleichnamigen Werkzeugbauunternehmens in der Schweiz, nicht ohne Stolz das Ergebnis einer langen, fast zweijährigen Entwicklung vor. In der Hand hält er das in Zusammenarbeit mit BMW und Magna Closures, beide München, entwickelte inte-

grierte Türmodul des jetzt vorgestellten neuen MINI der zweiten Generation. Nur auf den ersten Blick und auch nur von der Türinnenseite her sieht das Bauteil wie eine ganz normale Türverkleidung aus. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich schnell, was durch Spritzgießen im Highend-Format heute formbar ist: ein Modul, das alle Bauteile einer Fahrzeugtür einschließlich Fensterheber und Schließeinrichtung aufnimmt und mit

zwei „Deckeln“ versehen zur Türe wird – der äußeren Blechhaut auf der so genannten Nasseite und der Verkleidung zum Innenraum. Historisch betrachtet bringt es Kaufmanns Konstruktionsleiter Daniel Jenni auf den Punkt: „Von der Blechtüre ist nur noch eine leere Dose übriggeblieben.“

Ins Rollen gebracht hat die Idee Magna Closures. Der Zulieferer hatte den Vorteil einer solchen Konstruktion klar erkannt:



**Ansicht des Werkzeugs von hinten: Gut erkennbar die Schieberkühlung. Etwa in der Mitte des Bildes erkennt man den Hydraulikzylinder für den Schrägschieber, der das TPO im Durchgangsbereich für den Resonanzraum des Mitteltöners vorstanz** (Foto: Kaufmann)



**Jedes Detail fordert Aufmerksamkeit: Konstruktionsleiter Daniel Jenni (vorne) bespricht mit Konstrukteur Richard Leber die Konsequenzen der jüngsten Werkzeugänderungen** (Foto: tecpr)

Ein stabiler Träger, an den die Mitarbeiter in der Produktion, ungehindert von der Außenhaut, alle Funktionsteile einer Tür montieren können, erhöht nicht nur die Produktivität, sondern eröffnet auch dem Produktdesign neue Freiräume. Das Problem beschreibt Christoph Buchta, Director for Modules Europe bei Magna Closures, so: „Das Dekor bzw. die Sichtoberfläche konnte bisher nicht in Kunststoff integriert werden.“ Aus Produktivitätsgründen sollte das Bauteil möglichst vollständig mit einem Werkzeug herstellbar sein, z. B. inklusive zahlreicher Montageklipse und vor allem der Innendekoration.

Die Kaufmann AG war gut vorbereitet, als Magna Closures im Jahr 2004 auf den Werkzeugspezialisten in Busslingen/Schweiz im Kanton Aarau zukam. Georg Kaufmann, Urgestein des Werkzeugbaus, selbstbewusst: „Es war der richtige Zeitpunkt, um diese Innovation zu starten.“

Seine Erfahrungen mit dem Quellfluss-Prägeverfahren würden das Hinterspritzen des Dekors aus TPO sicherstellen, und durch die Langglasfasertechnik sollte die für die Aufnahme der Funktionskomponenten notwendige Steifigkeit erreicht werden. Frontmodule aus glasfaserverstärktem PP hatten dies bereits bewiesen.

### Mammutaufgabe mit mehreren Entwicklungssträngen

BMW zögerte zunächst und ließ eine konventionelle Türe entwickeln, ehe Ende des Jahres 2004 die Entscheidung fiel, parallel dazu das neue ITM (integriertes Türmodul) zu entwickeln. Roger Kaufmann, Sohn des Firmengründers und einer der maßgeblichen Akteure hinter den Kulissen, kommentiert diese Entscheidung: „Allen war klar, dass wir sehr wenig Zeit für diese Mammutaufgabe haben würden“, und setzt mit einem Schmun-

zeln hinzu: „Ich glaube, es war gut, dass wir nicht gewusst haben, was alles auf uns zukommt.“ Er legt zwei Module nebeneinander, die bei genauerer Betrachtung erhebliche Unterschiede aufweisen: „Die erste und die letzte Variante, dazwischen liegen einige Dutzend Konstruktionsversionen.“ Üblich seien zwischen zehn und 15 Entwicklungsstufen, rückt Konstruktionsleiter Jenni die Zahl ins rechte Licht, und bei diesem Auftrag sei seine Abteilung schon mal an die Grenze des Machbaren gegangen. Überstunden im Umfang einer zweiten Schicht seien keine Seltenheit gewesen. Der SOP (Start of Production) habe im Laufe der Zeit „exponentiell an Tempo gewonnen“.

Die Herausforderung bestand darin, dass die Konstruktionsabteilungen von BMW, Magna Closures und Kaufmann das Produkt parallel entwickelten. Verderben nicht viele Köche den Brei? Müssen nicht ständig unzählige Zwischener-



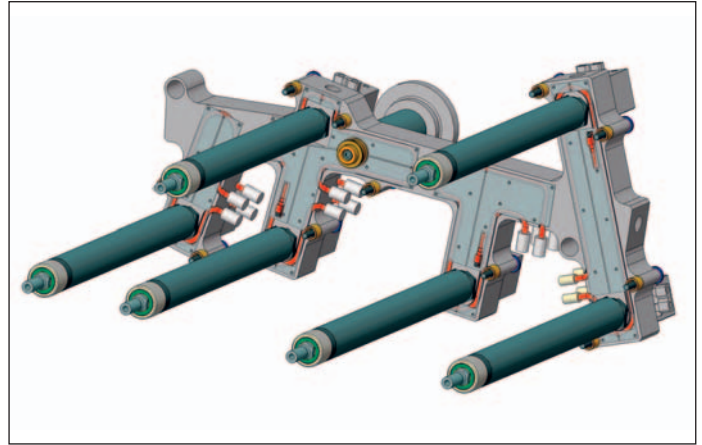
**Unsichtbarer Übergang von der Innendekoration zum Sichtbereich der Kartentasche: Die Dekorkante verschwindet in einer Sicke, ein Musterbeispiel für „form follows function“** (Foto: tecpr)



**Roger Kaufmann (rechts) und Konstruktionsleiter Daniel Jenni mit der ersten und der letzten Variante des ITM für den neuen Mini aus glasfaserverstärktem PP. Deutlich erkennbar ist die neue Gestaltung im unteren Bereich, der seine Stabilität in Crashtests beweisen musste** (Foto: tecpr)



**Probelauf auf der hauseigenen Spritzgießmaschine im Kaufmann-Technikum: Claudia Tschurr überprüft die Funktion der Auswerfer und Schieber, bevor neue Prototypen des ITM hergestellt werden** (Foto: tecpr)



**Das Heißkanalsystem mit langen schlanken Düsen für das Serienwerkzeug: Gegenüber dem Prototypenwerkzeug konnte die Düsenzahl von elf auf sechs reduziert werden** (Bild: Synventive)

## Projektpartner

- [www.mini.com](http://www.mini.com)
- [www.magnaclosures.com](http://www.magnaclosures.com)
- [www.intier.com](http://www.intier.com)
- [www.gktool.ch](http://www.gktool.ch)
- [www.synventive.com](http://www.synventive.com)



Der „neue Mini“ hatte seine Weltpremiere am 28. September auf der Pariser Messe Mondial de l'Automobile.

gebnisse ausgetauscht werden, um im Fluss von der Theorie zur Praxis und zurück in relativ kurzer Zeit zu einem akzeptablen Ergebnis zu gelangen? Doch Rudolf Kaufmann, Projektleiter dieser Werkzeug-Premiere, verteilt ein pauschales Lob: Alle Mitwirkenden hätten sehr schnell zu einer unbürokratischen Zusammenarbeit gefunden. Sowohl der direkte Kontakt der Mitarbeiter in den jeweiligen Abteilungen, der als angenehm empfunden wurde, als auch das Bündeln von Änderungen – von Ungeduld begleitet – sei der schnellste und sicherste Weg zum Ziel gewesen. Und sollte es je Wogen gegeben haben, so glättet er sie jetzt: „Das Ergebnis schaut doch aus wie aus einer Hand gefertigt, oder?“

Beispiele dafür, wie kreativ Probleme in konstruktive Innovationen gewendet wurden, gebe es genug, so Konstruktionschef Daniel Jenni. So habe man beim Hinterspritzen der TPO-Folie, die sehr exakt positioniert werden muss, um Nacharbeit zu vermeiden, oberhalb der Kartentasche zunächst keinen befriedigenden Verlauf der Sichtkante sicherstellen können. Man habe daraufhin der Konstruktionsabteilung von BMW eine Sicke als Übergangs-

element vorgeschlagen, diese habe die Anregung sofort aufgegriffen. Der Werkzeugkonstrukteur zufrieden: „Das ist klassisches form follows function.“ Die Folienkante verläuft nun in der Sicke und ist keine Sichtkante mehr. Des Weiteren konnte die Steifigkeit in diesem Bereich erhöht werden, und tatsächlich kann sich der Betrachter das Fehlen dieser Sicke kaum vorstellen: Sie gehört einfach dorthin.

## Doppelbeschluss: Prototypen- und Serienwerkzeug

Unmittelbar nachdem BMW sich für das ITM entschieden hatte, machte Kaufmanns Team sich an die Arbeit. Die BMW-Entwickler und Konstrukteure warteten ungeduldig auf die ersten Module, um ihre Arbeit, z. B. Crash-Tests, beginnen zu können. Was mit Blech sehr schnell geht, entpuppt sich bei der Entwicklung von Kunststoffbauteilen als Nachteil. Roger Kaufmann dazu: „Aus Blech sind schnell einige Teile von Hand getrieben. Wir müssen erst mal ein komplettes Werkzeug bauen, um beim Spritzgießen zu merken, wohin die Reise geht.“

Als bewährtem Routenplaner bedienen sich die Konstrukteure üblicherweise einer computergestützten Füllbildsimulation, um Zeit und Kosten zu sparen. Ausgerechnet in diesem Fall mit knapp bemessenen Zeitvorgaben führte das Modell nicht zum Ziel. Damit hatte auch Konstruktionschef Jenni nicht gerechnet: Das Einbringen der Schmelze bei geöffnetem Werkzeug nur im Bereich der Folie, das nachfolgende Schließen und Prägen mit parallelem Spritzen der restlichen Form in Kaskade und mit hohem Druck habe man einfach nicht vorausberechnen können. Sein Fazit: „Wir konnten uns nur

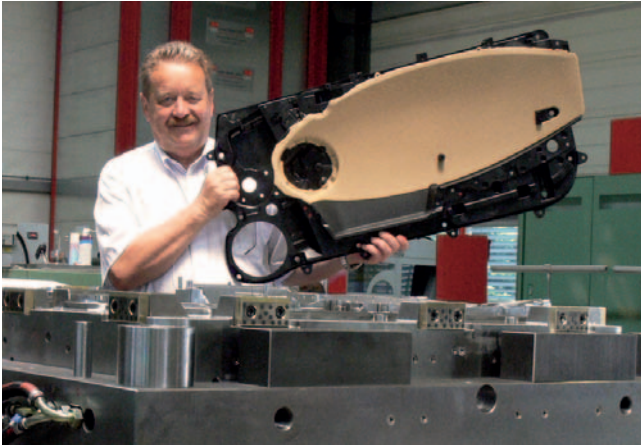
auf unsere Erfahrungen mit dem Quellfluss-Prägeverfahren verlassen.“

Aus Zeitgründen waren die Schweizer gezwungen, das Serienwerkzeug parallel zu einem Prototypenwerkzeug zu entwickeln und zu bauen. Ein Kostenfaktor, der sich nur schwer mit den Sparwünschen der Automobilindustrie verträglich, zumal die Änderungen an insgesamt vier Werkzeugen (linke und rechte Tür) nicht ohne kostspielige Man-Power zu schaffen sind. Doch Firmenchef Georg Kaufmann winkt ab: „Der Prototyp ist nicht automatisiert und einfach aufgebaut. Außerdem brauchen wir ihn für die Weiterentwicklungen nach der Lieferung des Produktionswerkzeugs.“ Bestimmte Entwicklungsstufen habe man nicht bei allen Werkzeugen vorgenommen, sondern wechselweise, so dass hier auch in Flexibilität investiert wurde.

Aus diesem Grund besaßen beide Werkzeuge zunächst keine Schieber. Über zwanzig Einlegeteile ergänzten die Formen, um diese so schnell wie möglich immer wieder auf den neuesten Stand zu bringen. Damit Probleme beim Füllen der Form gar nicht erst aufkommen, war das Prototypen-Heißkanalsystem mit elf Düsen reichlich bestückt. Aber auch, um die optimalen Einspritzpunkte zu finden, denn es stand fest, dass für die notwendige Menge an Schiebern beim Serienwerkzeug so manche Düse würde eingespart werden müssen – obwohl die Schieber auf beide Werkzeugteile verteilt waren.

## Kleine Ideen mit großer Wirkung

Noch vor Ende des Jahres 2004 wurden im Busslinger Technikum auf einer Maschine von Krauss-Maffei die ersten Mo-



**Die Autotür der Zukunft: Stolz präsentiert Firmenchef Georg Kaufmann das Türmodul für den Mini der neuen Generation. Die Innendekoration aus TPO kommt im Werkzeug offensichtlich nicht zu Schaden**

(Foto: tecpr)

dule gespritzt – mit unerwarteten Schwierigkeiten. Peter Benz als Interessenvertreter des Kunden erinnert sich: „Wir hatten im oberen Bereich eine Materialanhäufung, die durch einen Spalt nach unten gedrückt werden musste.“ Die Konsequenzen: Zum einen schlossen die beiden Werkzeughälften nicht parallel, weil der Schwerpunkt der Presskraft nicht im Zentrum der Spritzgießmaschine lag, zum anderen verursachte die starke Orientierung der Langglasfasern im Fließspalt einen erheblichen Bauteilverzug. Abhilfe schafften eine Änderung der Anspritzpunkte und Verstärkungsrippen im unteren Bereich des Moduls. Der Spritzgießer fasst den Spielraum, den er bei der Einstellung der Werkzeugtemperatur hatte, so zusammen: „Im Bereich der Folie so kalt wie möglich, nicht weit davon entfernt, im Bereich der Kartentasche mit ihrer genarbtten Oberfläche, so heiß wie möglich.“ Die Narbung war notwendig geworden, um die Endspitzen der Glasfasern an der Oberfläche unsichtbar zu machen. Peter Benz unterstreicht seinen Qualitätsanspruch: „Ich habe hier die BMW-Brille auf.“

Das Team um Daniel Jenni hatte neben den technisch notwendigen Änderungen auch Kundenideen umzusetzen, die der Produktionsoptimierung galten. Da gab es schon mal Bauchschmerzen, weil „die Zeit so drückte“. „Das Meiste war eigentlich normal“, beschwichtigt der Teamchef und nennt als Beispiel die mehrfache Verwertung der TPO-Folie für verschiedene Dekorationen, um den Abfall zu reduzie-

ren. Ein anderer Wunsch sei nicht so leicht umzusetzen gewesen. BMW hatte die Konstruktion geschickt genutzt, um dem „Midtone“-Lautsprecher den Raum einer Bassbox zur Verfügung zu stellen. Dieser Raum war geteilt und teilweise mit der Folie überdeckt, die an dieser Stelle in Nacharbeit ausgeschnitten werden musste. Eine pfiffige Idee löste das Problem: Das Werkzeug stanzte mit einer Schnittkante die Folie vor. „Den Folieneinschnitt kann man jetzt ohne Hilfsmittel einfach herausziehen“, freut sich der Werkzeugkonstrukteur und betont, dass letztendlich alle Änderungen wichtige Lernerfahrungen waren.

### Mit halber Besetzung volle Kraft

Das Heißkanalsystem, nicht nur von deren Herstellern gerne als Herz des Werkzeugs geschätzt, wurde beim Serienwerkzeug auf sechs Düsen reduziert. Daniel Jenni verweist auf die Diskrepanz zwischen Simulation und eigener Erfahrung mit einem aktuellen Beispiel: Für den gesamten Folienbereich werde jetzt nur noch eine Düse benötigt – mit dem besten Ergebnis. Eine Herausforderung für den Heißkanalhersteller? Günther Bagusche, Sales Manager Deutschland der Synventive Molding Solutions GmbH, Bensheim, stellt klar: „Für uns gehört das Langglasfaser- und Textilinterspritzen zum Stand der Technik, den die Automobilindustrie heute fordert.“ Als der Auftrag erteilt wurde, sei man mit dem

neuen Programm der langen schlanken Düsen auch optimal aufgestellt gewesen. Sein Kollege Andrew Dovey betreut Intier Automotive Interiors in England schon seit vielen Jahren und freut sich über noch größere Kundennähe, denn das Werk für die Inneneinrichtung des neuen Mini wurde in unmittelbarer Nachbarschaft der Synventive-Niederlassung bezogen. Der Brite gelassen: „Bei einem neuen Projekt ist es gut zu wissen, dass der Zulieferer schnell zur Stelle ist.“

Als Mitte Juli 2006 die vier tonnenschweren Stahlblöcke den letzten Schriff vor ihrer Auslieferung erhalten, hat der Intier-Projektleiter in England, Derek Cunningham, noch einen letzten Blick auf seine Werkzeuge geworfen, die ein neues Kapitel in der Automobilproduktion aufschlagen. Er verabschiedet sich von der schweizerischen Mannschaft herzlich – und mit Erleichterung, denn der Terminplan ist eingehalten. Georg Kaufmann resümiert mit einem Anflug von Bedauern: „Wir werden diese Werkzeuge für viele Jahre nicht wiedersehen.“ Heute sei es selbstverständlich, dass auch Innovationen ab dem SOP problemlos laufen, jahrelang und in millionenfacher Stückzahl. ■

### DER AUTOR

HEINZ-JÜRGEN ROTTIG, geb. 1946, ist freier Journalist und Inhaber der tecPR, Dinslaken.

### SUMMARY KUNSTSTOFFE INTERNATIONAL

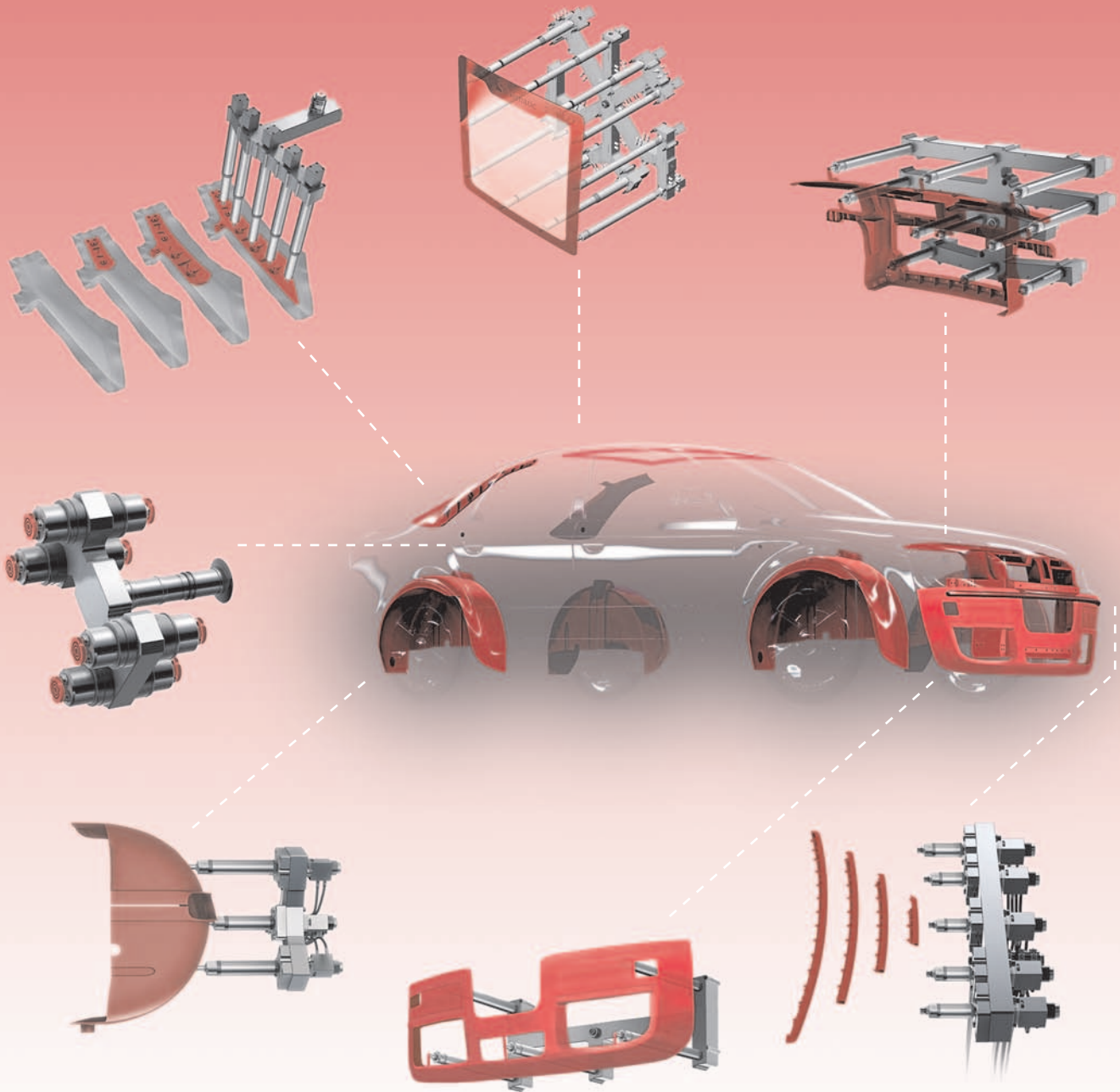
## From the Interior Trim to the Door

**INTEGRATED MODULE.** Suppliers to the automotive industry can thank the tool and mould making sector for a major advance in production. BMW's decision to collaborate with the Magna Group's Magna Closures and Intier Automotive Interiors UK in manufacturing the door module of the new MINI from glass-fibre-reinforced PP should not be regarded as just a substitution of sheet metal. The new door concept offers significant advantages to the design-loving and cost-driven automotive industry.

NOTE: You can read the complete article by entering the document number **PE103731** on our website at [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)

# Automotive Innovations with

# Synventive



**Heißkanaltechnik  
in ihrer größten Bandbreite.**

**Synventive**  
molding solutions

Synventive Molding Solutions GmbH, Heimrodstraße 10, 64625 Bensheim  
Tel.: +49 6251 9332-0, Fax: +49 6251 9332-90, E-Mail: [infohrde@synventive.com](mailto:infohrde@synventive.com)  
Internet: <http://www.synventive.com>