

# Vorwort

Nahezu vier Jahrzehnte begleiten wir als Maschinenbauer die Entwicklung der Kunststoffverarbeitung. Unser Schwerpunkt lag und liegt auf der Entwicklung von Maschinen und Prozessen für die Spritzgießtechnik.

Geprägt wurde diese Zeit neben der reinen Maschinenteknik vordergründig von der Entwicklung zahlreicher Sonderverfahren des Spritzgießens. Die Ansätze dazu entstanden an Hochschul- und Forschungsinstituten, bei den Maschinenbauunternehmen und zum Teil bei den Rohstoffherstellern, immer getrieben durch die steigenden Anforderungen an neue Produkte aus den verschiedensten Branchen - voran der Automobilindustrie.

Im Laufe der Zeit erschöpften sich die Ideen für weitere Verfahrensabwandlungen, und so wurde der Blick geschärft, über Verfahrensgrenzen hinaus nach neuen Lösungsmöglichkeiten zu suchen. Dabei entstanden bis heute Kombinationen auf der Basis der Spritzgießtechnik mit Compoundiermaschinen, Polyurethananlagen, Umformverfahren, Metalldruckgießtechnik, Blasformen und Partikelschaumtechnologie.

Im vorliegenden Buch werden (moderne) und innovative Kombinationstechnologien, deren Prozessgrundlagen und Besonderheiten, ihre spezielle Maschinen- und Werkzeugtechnik sowie die Peripherie und Anlagentechnik ausführlich beschrieben. Zudem wird ihr jeweiliges Einsatzgebiet anhand aktueller Anwendungsbeispiele aus der Praxis veranschaulicht. Die Beispiele sollen dem Leser zum einen eine gewisse Sicherheit zur Machbarkeit solcher "komplexer" Prozesse geben, zum anderen aber zu Ideen anregen für zukünftige Anwendungsmöglichkeiten und Potenziale eröffnen für die Herstellbarkeit neuer Produkte.

Am vorliegenden Buch haben renommierte Fachleute aus Wissenschaft und Industrie mitgewirkt. Unser besonderer Dank gilt den Autoren der einzelnen Kapitel und Abschnitte, für ihre Bereitschaft zur Mitarbeit und die Ausdauer bis zur Entstehung des Werkes sowie Herrn Florian Petzinka für die gekonnte künstlerische Gestaltung des Coverbildes. Wir bedanken uns auch bei den Firmen und Instituten, die uns vielfältiges Bild- und Filmmaterial zur Verfügung gestellt haben. Weiterhin sind die Herausgeber den Mitarbeitern des Carl Hanser Verlages, insbeson-

dere unserer Lektorin Frau Ulrike Wittmann, zu großem Dank verpflichtet, für ihre Hilfsbereitschaft und großzügige Unterstützung bei der Koordination der Arbeiten im Verlag. Ein ganz besonderer Dank geht an Frau Angelika Wobbe, die nicht nur die Fäden zusammenhalten musste, sondern auch für ihr Engagement bei der sorgfältigen Durchsicht und Korrektur der einzelnen Buchkapitel.

Benediktbeuern/Hitzacker im Herbst 2015

*Erwin Bürkle*

*Hans Wobbe*

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	VII
<b>Geleitwort</b> .....	IX
<b>Inhalt</b> .....	XI
<b>Einleitung</b> .....	1
<i>Erwin Bürkle und Hans Wobbe</i>	
<b>1 Impulse und Motivation für die Kombinationstechnologien</b> ....	5
<i>Erwin Bürkle</i>	
Literatur .....	11
<b>2 Definition und Merkmale der Kombinationstechnologie</b> .....	13
<i>Hans Wobbe</i>	
2.1 Risiken der Verkettung .....	13
2.2 Know-how als Möglichkeit oder Last .....	14
2.3 Qualität und Qualitätskontrolle .....	15
2.4 Raum-/Platzbedarf .....	16
2.5 Logistikkosten .....	17
2.6 Energiebilanzen .....	17
2.7 Anlagenbedienung .....	18
2.8 Gesamtkostenbetrachtung .....	18

<b>3</b>	<b>Maschinenbauliche Grundlagen für Prozesskombinationen . . . .</b>	<b>21</b>
	<i>Hans Wobbe</i>	
3.1	Maschinentechnik . . . . .	23
3.1.1	Materialaufbereitung von Thermoplasten . . . . .	23
3.1.2	Materialaufbereitung von Metallen . . . . .	27
3.1.3	Variantenkonstruktion von Aggregatskombinationen der Spritzgießmaschine . . . . .	28
3.1.4	Das Kolbenspritzaggregat . . . . .	29
3.1.5	Modifikation der Schließeinheit für Kombinationstechnologien	32
	Literatur . . . . .	35
3.2	Werkzeugtechnik und Peripherie . . . . .	35
	<i>Erwin Bürkle und Manuela Schmidbauer</i>	
3.2.1	Werkzeugtechnik . . . . .	36
3.2.1.1	Die Designgrade der Mehrkomponententechnologien . .	38
3.2.1.2	Vom Drehen und Wenden . . . . .	39
3.2.1.3	Spritzgießen und Überfluten mit reaktiven Werkstoffsystemen . . . . .	42
3.2.1.4	Kunststoffspritzgießen und Metalldruckgießen in einem Werkzeug . . . . .	50
3.2.1.5	Werkzeugtechnik für Umformen und Urformen . . . . .	51
3.2.1.6	Werkzeugtechnik für Partikelschäumen und Spritzgießen . . . . .	55
3.2.2	Peripherie . . . . .	58
	Literatur . . . . .	65
3.3	Steuerungsgrundlagen . . . . .	65
	<i>Thomas Kosthorst</i>	
	Literatur . . . . .	74
<b>4</b>	<b>Kombinationstechnologie: Spritzgießen und Compoundieren . .</b>	<b>75</b>
	<i>Hans Wobbe</i>	
4.1	Grundlagen zum Prozess . . . . .	76
4.1.1	Dosieraggregate . . . . .	77
4.1.2	Zweischneckenextruder . . . . .	78
4.2	Maschinen- und Funktionsbeschreibung eines Spritzgießcompounders . . . . .	80
4.3	Vorteile des Verfahrens . . . . .	84
4.4	Anwendungsbeispiele . . . . .	85
4.4.1	Waschmaschinengewicht . . . . .	85
4.4.2	Automobil-Frontend-Montageträger . . . . .	86

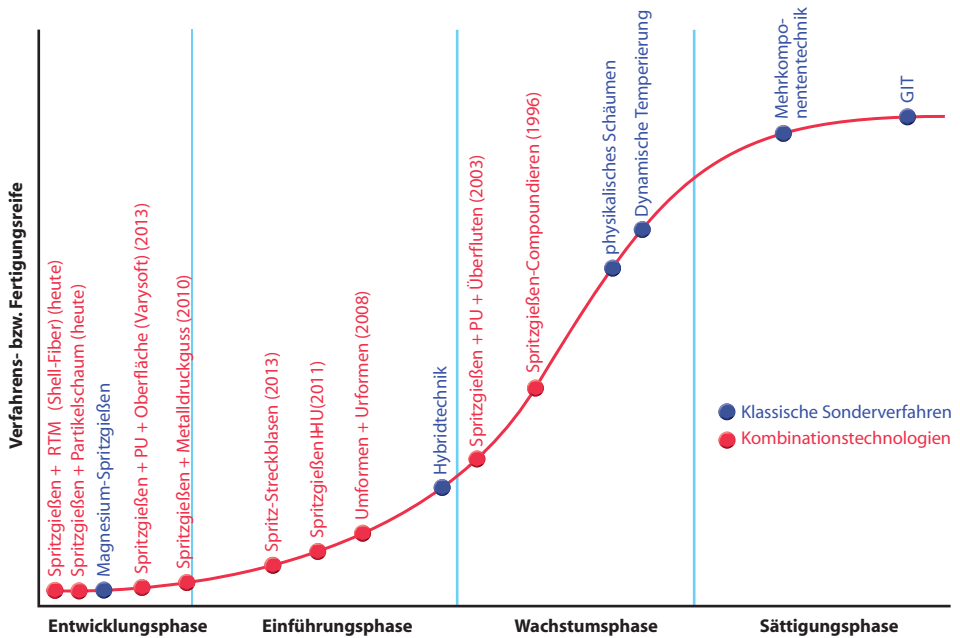
4.4.3	Kunststoffpaletten .....	87
4.5	Abgrenzung der Wettbewerbsverfahren zum Prinzip des Spritzgießcompounders .....	88
4.5.1	Direct Compounding Injection Molding (DCIM) .....	88
4.5.2	Direktspritzgießen .....	90
4.5.3	Abgrenzung der Verfahren zueinander .....	91
4.6	Zukunft des Spritzgießcompoundierens .....	93
	Literatur .....	93
<b>5</b>	<b>Kombinationstechnologie: Spritzgießen und PU-Überfluten ....</b>	<b>95</b>
	<i>Martin Würtele</i>	
5.1	Grundlagen zum Prozess .....	97
5.1.1	Produktionstechnik .....	97
5.1.2	Materialauswahl .....	98
5.1.3	Designnutzen .....	104
5.1.4	Wirtschaftlichkeit .....	109
5.2	Maschinenlayout .....	112
5.2.1	Mischkopftechnologie .....	113
5.2.2	Dosiertechnik .....	118
5.2.3	Werkzeugtechnik .....	123
5.2.4	Automation und Nachbearbeitung .....	128
5.3	Anwendungsbeispiele .....	131
5.3.1	Haptische Schicht .....	131
5.3.2	Optische Schicht .....	142
	Literatur .....	154
5.4	Sonderbeispiel „Varysoft“ – Softtouch nach Maß .....	156
	<i>Roger Kaufmann</i>	
5.4.1	Varysoft 1.0 .....	157
5.4.2	Varysoft 2.0 .....	158
<b>6</b>	<b>Kombinationstechnologie: Spritz-Streckblasen .....</b>	<b>163</b>
	<i>Peter Heidemeyer</i>	
6.1	Das GITBlow-Verfahren .....	164
6.1.1	Verfahrensablauf .....	164
6.1.1.1	Herstellung des Vorformlings .....	165
6.1.1.2	Aufblasen zur Endkontur .....	166
6.1.2	Verfahrenstechnische Aussagen .....	170
6.1.3	Potenzielle Anwendungen .....	170
6.2	Das inject2blow-Verfahren .....	171

6.2.1	Verfahrensablauf	171
6.2.2	Maschinenteknik für inject2blow	173
6.2.2.1	Flexibilität durch Wechseleinsätze	174
6.2.3	Verfahrenstechnik	174
6.2.4	Anwendungen in der Praxis	175
6.3	Injection(Stretch-) Blow Molding I(S)BM	176
6.3.1	Verfahrensabläufe im I(S)BM	176
6.3.1.1	Injection Blow Molding (IBM)	177
6.3.1.2	Injection Stretch Blow Molding (ISBM)	177
6.3.2	Maschinenteknik	179
6.3.2.1	Injection Blow Molding (IBM)	179
6.3.2.2	Injection Stretch Blow Molding (ISBM)	179
6.3.3	Verfahrenstechnik	180
6.3.4	Anwendungen in der Praxis	181
	Literatur	182
<b>7</b>	<b>Kombinationstechnologie: PUR-Dichtungsauftrag</b>	<b>185</b>
	<i>Michael Fischer</i>	
7.1	Integriert in die Spritzgießmaschine	185
7.1.1	Einleitung	185
7.1.2	Übersicht über die PUR-Verarbeitungsverfahren für Dichtraupen	187
7.1.2.1	Grundlegendes zur PUR-Verarbeitung/Dichtraupe	187
7.1.2.2	2K-Niederdruckverfahren	188
7.1.2.3	1K-Verfahren	194
7.2	Integriert in die Spritzgießzelle	203
7.2.1	2K-Niederdruckverfahren integriert in die Spritzgießzelle	203
7.2.1.1	Adaption der Reaktionskinetik	203
7.2.1.2	Anlagenkonzept	204
7.2.2	1K-Verfahren integriert in die Spritzgießzelle	209
7.2.2.1	Reaktionskinetik	209
7.2.2.2	Anlagentechnik	209
	Literatur	213
<b>8</b>	<b>Kombinationstechnologie: Spritzgießen und Metalldruckguss</b>	<b>215</b>
	<i>Johannes Wunderle</i>	
8.1	Materialien	217
8.1.1	Materialkombinationen und Verbundfestigkeit	220
8.2	Leiterbahndimensionierung und Möglichkeit der Kontaktierung	220
8.2.1	Einfluss der Temperierung auf die erzielbare Leiterbahnlänge	221

8.2.2	Kontaktierbarkeit von metallischen Einlegeteilen .....	225
8.2.3	Stromtragfähigkeit: Simulation der Wärmeentwicklung .....	226
8.3	Anlagen- und Prozesstechnik für das IMKS .....	228
8.3.1	Druckgießaggregat zur Verarbeitung der niedrig schmelzenden Metalllegierung .....	229
8.3.2	Beschichtung der Bauelemente .....	230
8.3.3	Schutz der flüssigen Metalllegierung .....	230
8.3.4	Beschickung des Schmelzriegels .....	231
8.3.5	Werkzeugtechnik und Anwendungen .....	231
	Literatur .....	235
<b>9</b>	<b>Kombinationstechnologie: Spritzgießen (Urformen) und Umformen</b> .....	<b>237</b>
	<i>Erwin Bürkle</i>	
9.1	Grundlagen zum Prozess .....	239
9.2	Maschinen-Layout .....	245
9.3	Anwendungsbeispiele .....	249
	Literatur .....	252
<b>10</b>	<b>Kombinationstechnologie: Spritzgießen und Innenhochdruckumformen (IHU)</b> .....	<b>253</b>
	<i>Hans Wobbe</i>	
10.1	Grundlagen zum Prozess .....	254
10.2	Maschinen-Layout .....	256
10.3	Ausblick .....	258
	Literatur .....	259
<b>11</b>	<b>Kombinationstechnologie: Spritzgießen und Partikelschaum</b> ..	<b>261</b>
	<i>Erwin Bürkle und Hans Wobbe</i>	
11.1	Einleitung .....	261
11.2	Prozessgrundlagen .....	264
11.2.1	Verbund Thermoplastschicht zum Partikelschaum .....	264
11.2.2	Das Verfahren des Partikelschäumens .....	266
11.2.3	Alternative Energien im Vergleich zum Heißdampf beim konventionellen Partikelschäumen .....	269
11.2.4	Kontrolle und Simulation der Füllphase der Schäumkavität ...	271
11.3	Potenziale des Kombinationsverfahrens Spritzgießen/ Partikelschaum .....	272
	Literatur .....	273

<b>12 Kombinationstechnologie: Spritzgießen und Resin-Transfer-Molding (Shell-Fiber-Verfahren)</b> .....	275
<i>Philipp Ochotta</i>	
12.1 Einleitung .....	275
12.2 Die Idee des Shell-Fiber-Verfahren .....	276
12.3 Bauteilfertigung mit faserverstärkten reaktiven Formmassen .....	277
12.4 Grundlagen für die Kombinationstechnologie Spritzgießen/RTM ...	279
12.5 Darstellung des Verfahrens Spritzgießen/RTM .....	281
Literatur .....	282
<b>13 Ausblick</b> .....	283
<i>Erwin Bürkle und Hans Wobbe</i>	
<b>Autorenverzeichnis</b> .....	285
<b>Index</b> .....	291

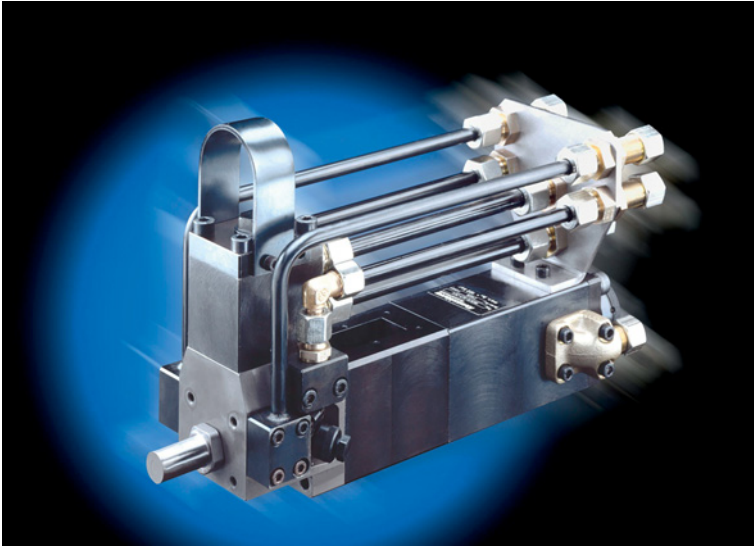




**Bild 0.1** Lebenszyklus von Verfahren der Spritzgießtechnik, Qualitative Ordnung über der Zeitachse

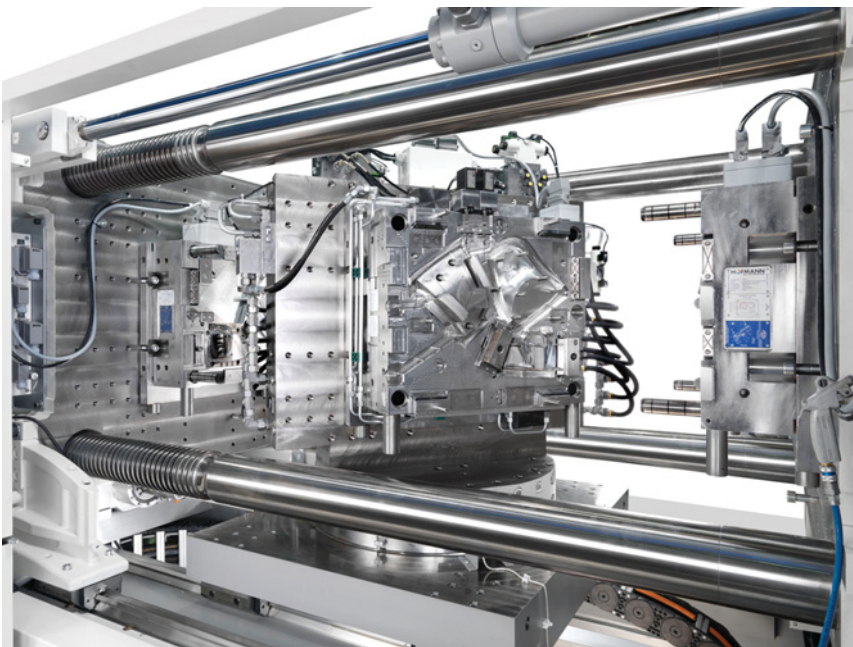
Einer der führenden Treiber von Innovationen und somit zwangsläufig auch von Veränderungen in den Fertigungstechnologien ist heute die Automobilindustrie. So spielt z. B. bei den Interieur-Designern die Gestaltung der Oberflächen der jeweiligen Baugruppen eine ganz besondere Rolle. Es kommen die unterschiedlichsten Materialien und Werkstoffverbunde sowie Fertigungstechnologien zur Anwendung. Die Oberflächenschichten werden dabei über Kaschiertechniken, Polyurethan-Technologien oder durch Spritzgießverfahren auf die Trägersysteme aufgebracht. Aufgrund der steigenden Anforderungen ist man gezwungen, die bekannten Pfade zu verlassen und neue Wege zu gehen.

Ein solches weiterführendes Verfahren – abgeleitet aus der Zweikomponententechnik des Spritzgießens – wurde in einem Firmenkonsortium entwickelt und erstmals auf der K'2007 im Betrieb vorgestellt. Bei diesem Verfahren sind das Spritzgießen und das physikalische Schäumen in einer Fertigungszelle zusammengefasst – bekannt geworden unter dem Namen „Dolphin-Verfahren“. In einem Wendepaltenwerkzeug wird in der Station 1 ein Träger spritzgegossen und im geschlossenen Werkzeug in der Station 2 wird dieser Träger mit einem gasbeladenen thermoplastischen Elastomer (TPE) überspritzt. Nach einer kurzen Abkühlphase, in der sich an der kalten Werkzeugkavitätenwand eine geschlossene und genarbte Randschicht bildet, wird das Werkzeug in dieser Station kontrolliert um ca. 3 mm geöffnet, sodass das gasbeladene TPE expandieren und eine Schaumschicht bilden



**Bild 3.34** Selbstreinigender Mischkopf für das Lacksystem, fest am Werkzeug installiert [Bildquelle: KraussMaffei Technologies GmbH]

Die Bewegungen der Werkzeugkavitätenhälften können in ähnlicher Weise betrieben werden, wie schon vorher beschrieben (Bild 3.35).



**Bild 3.35** Offenes Werkzeug auf Wendeeinheit [Bildquelle: KraussMaffei Technologies GmbH]

über die Zeit gesehen gewichts- und volumenkonstante Zuführung der Einzelbestandteile notwendig ist. Die Qualität des Compounds wird also nicht allein vom Compounder beeinflusst, sondern ebenso von den dem Compounder vorgeschalteten Dosieranlagen.

#### 4.1.1 Dosieraggregate

Als Dosieraggregate kommen hier überwiegend nach dem gravimetrischen oder volumetrischen Prinzip arbeitende Systeme zum Einsatz. Als Beispiel für volumetrische Aggregate seien hier Pumpen, Zellradschleusen oder Schneckenförderer genannt, gravimetrische Systeme sind Waagen. Dabei messen die gravimetrischen Dosieraggregate auf direktem oder indirektem Weg das Gewicht des dosierten Volumens. Neben den bekannten Waagesystemen gibt es auch Gewichtsmessungen über die Auslenkung von Prallplatten oder durch die Ermittlung der Corioliskraft auf drehenden Platten bzw. Tellern.

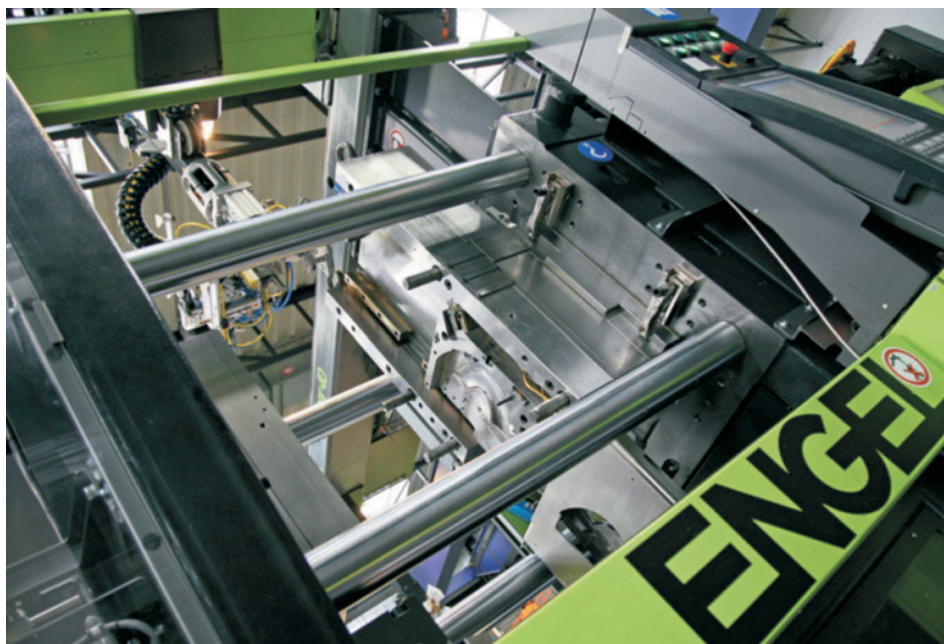
Da als Rezepturkomponenten die unterschiedlichsten Füll- und Verstärkungstoffe infrage kommen, die sowohl in flüssiger als auch in fester Form vorliegen – in fester Form dann auch noch als Pulver, Granulat oder Faser – ist die Auswahl des richtigen Dosiersystems ein entscheidender Punkt. Hier sollte man sich eingehend von den Lieferanten der Dosiersysteme beraten lassen. Für jede spezielle Anwendung sind am Markt die erforderlichen Lösungen vorhanden. Einen ersten Überblick zeigt die nachfolgende Tabelle.

**Tabelle 4.1** Dosiersysteme und ihre Eignung für unterschiedliche Aufgaben

Bezeichnung	Dosierverfahren	Dosiermedium	Genauigkeit	Zeitcharakteristik	Dosierung gegen Druck
Dosierbandwaage Dosierschneckenwaage	gravimetrische Wägung	fest	sehr gut	kontinuierlich	nein
Pumpen	volumetrische Verdrängung	flüssig	sehr gut	hochfrequente Folge	ja, gegen hohen Druck möglich
Dosierschnecke	volumetrische Verdrängung	fest	mäßig	nahezu kontinuierlich	ja, gegen niedrigen Druck möglich

Als weitere eigene Gruppe von Zuführsystemen von Material in die Plastifizierung sind die Stopfer und Seitendosierungen anzusehen. Das Bild 4.2 zeigt ein typisches Gerät aus der Aufbereitungstechnik. Hiermit lassen sich z.B. große Volumenmengen an Talkumpulver in das aufgeschmolzene Matrixpolymer eindosieren. Soll ein sehr hoher Anteil an Volumenprozenten von Pulver eingemischt

tung zu rechnen, und allzu lange Fließwege sind zu vermeiden. In manchen Anwendungsfällen kann es sein, dass die Kratzfestigkeit des PMMA nicht ausreicht und das Bauteil zusätzlich lackiert werden muss [32]. Alle drei Verfahren haben ihre Vor- und Nachteile. Um die eigenschaftsspezifischen Vorteile des mehrstufigen Reaktivsystems mit der Effizienz des einstufigen Thermoplast-Mehrkomponentenspritzgießens zu verbinden, entwickelten die Partner den Clearmelt- (Engel) bzw. den ClearRIM-Prozess (Hennecke).

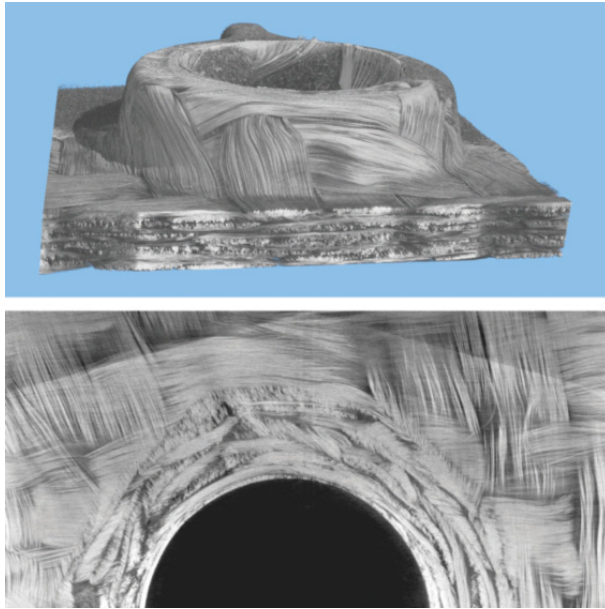


**Bild 5.51** Schiebetischwerkzeug, befestigt auf der festen Schließenseite [Bildquelle: Engel Austria GmbH]

Auf der K'2010 wurde die Kombinationstechnologie auf dem Stand der Engel Austria GmbH vorgestellt. Die integrierte Fertigungszelle für Dekorteile umfasste eine Spritzgießmaschine des Typs Engel e-motion 280 T sowie eine PUR-Anlage des Typs STREAMLINE der Firma Hennecke GmbH. Für die Darstellung auf der Messe hatten sich die Partner für das einfache Schiebetischkonzept mit einem Werkzeug des Partners Schöfer entschieden, an dem der Mischkopf von unten an die PU-Kavität angebunden war (siehe Bild 5.51). Nach dem Schließen des Werkzeugs, in das zuvor ein dreidimensional konfektioniertes Echtholz furnierteil eingelegt wurde, wurde der Thermoplast eingespritzt. Gegen Ende der Kühlzeit wurde die PUR-Kavität mit einem Trennmittel eingesprüht und der Schiebetisch nach oben geschoben. In den Hohlraum zwischen Vorspritzling und PUR-Matrize wurde nun das Polyurethan eingespritzt. Das vollautomatisierte Einlegen sowie die Entnahme

Durch entsprechend gestaltete Fließwege wird der Randbereich des Bauteils umspritzt, sodass die Verstärkungsfasern vollständig vom Matrixmaterial umschlossen sind. Ferner lassen sich auch diejenigen Bereiche des Strukturbauteils durch den aufgeprägten Spritzdruck vollständig ausformen, die beim Umformen des Zugschnitts nicht vollkommen umgeformt werden konnten.

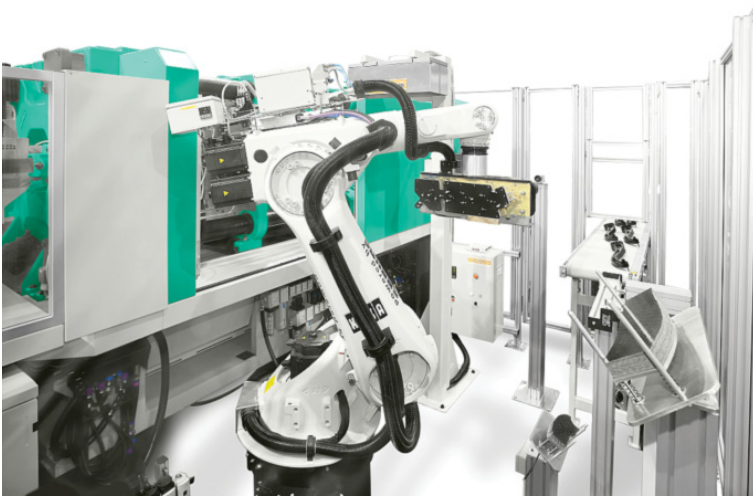
Der Fertigungsschritt bietet alle für das Spritzgießen typischen Vorteile. Beispielsweise können Einlegeteile umspritzt oder Integrations- und Funktionselemente wie Schnapphaken, Retainer, Rippen und Dome angeformt werden. Hochbelastbare integrierte Befestigungsbohrungen lassen sich mit beheizten beweglichen Nadeln im Werkzeug erzeugen. Dafür durchstößt eine kegelförmige Nadel die Gewebeverstärkung, sodass sich das Gewebe ohne Zerstörung der Fasern aufweitet. Dies ergibt im Befestigungsbereich einen zusätzlichen Verstärkungseffekt (Bild 9.10).



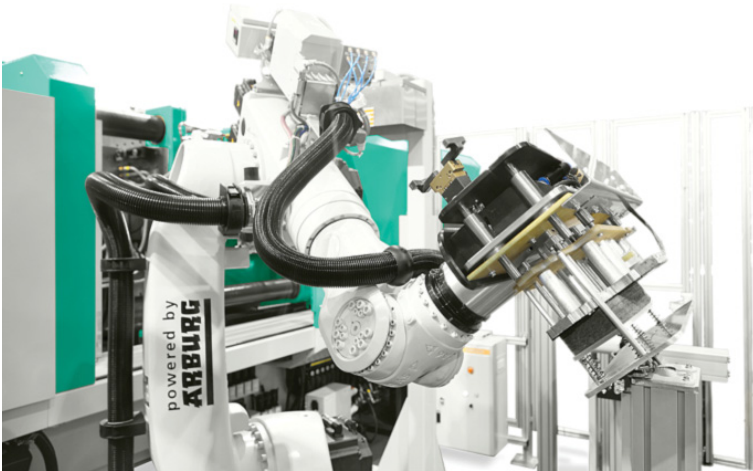
**Bild 9.10** Ungestörter Faserverlauf bei einer mit beweglichen, heißen Nadeln angeformten Befestigungsbohrung [Bildquelle: GK Formenbau AG und Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) TU Dresden]

Zur Detektion charakteristischer, qualitätsrelevanter Prozessgrößen ist das Werkzeug an den prozessneutralen Zonen mit Druck- und Temperatursensoren ausgestattet. Sie dienen dazu, den Ablauf der Prozessschritte:

- Umformen und Nachfließen des gewebeverstärkten Kunststoffhalbzeugs,
- Einspritzen der Kunststoffschmelze und
- vollständiges Ausformen des Strukturbauteils



**Bild 9.14** Blick in den Arbeitsbereich des Sechssachsroboters [Bildquelle: Arburg GmbH + Co. KG]



**Bild 9.15** Greiferplatte mit Vorwärmeinheit nimmt Zuschnitte auf [Bildquelle: Arburg GmbH + Co. KG]

Aufgrund der geringen Organoblechdicke können die Zuschnitte direkt im Greifersystem prozesssicher und materialschonend aufgeheizt und sofort in das Werkzeug übergeben werden (Bild 9.16).

# 10

## Kombinationstechnologie: Spritzgießen und Innen- hochdruckumformen (IHU)

*Hans Wobbe*

Das Innenhochdruckumformen (IHU) in Verbindung mit dem Spritzgießen wurde als Kombinationstechnologie erst vor einigen Jahren in der Automobilbranche etabliert und befindet sich noch in der Einführungsphase (Bild 0.1 in der Einleitung). Gefertigt werden in der Anwendung Frontend-Träger für Pkw. Diese Metall-Kunststoff-Hybridbauteile weisen Vorteile auf, die sich mit anderen Herstellverfahren schwer darstellen lassen. Einerseits bekommt der Metalleinleger aufgrund der Kaltverformung während des IHU-Prozesses bessere Oberflächen- und Festigkeitseigenschaften, andererseits lässt sich das gesamte Kunststoffhybridbauteil belastungsgerecht gestalten. Frontend-Montageträger, wie es das Bild 10.1 zeigt, sind vielen Anforderungen unterworfen.



**Bild 10.1** Frontend-Montageträger Mercedes A-Klasse [Bildquelle: Daimler AG]

Nicht nur die Belastungen des für viele 100 000 km ausgelegten Fahrbetriebs sind ohne Schaden aufzunehmen, auch im Crashfall wird der Träger zur Teilenergieaufnahme genutzt.

Neben diesem Praxisbeispiel aus der Großserie lässt sich die Beschäftigung mit dieser Technologie in letzter Zeit auch bei kleineren Serien, z.B. im Nutzfahrzeugbau, erkennen [1]. In diesem Falle geht es darum, die Tür als Teil der Fahrerzelle belastungsgerecht und crachsicher zu gestalten, unter Beachtung der gleichzeitigen Gewichtseinsparung im Vergleich zur der im Einsatz befindlichen Konstruktion.

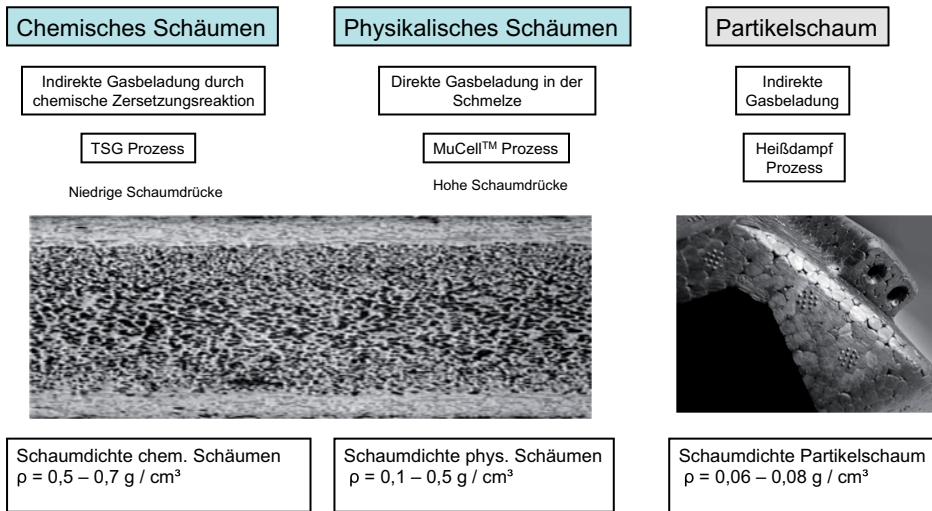
# 11

## Kombinationstechnologie: Spritzgießen und Partikelschaum

Erwin Bürkle und Hans Wobbe

### ■ 11.1 Einleitung

Die herausragenden Eigenschaften von Partikelschaumstoffen sind neben der besonders niedrigen Dichte (Bild 11.1) die dynamische und statische Stoßbelastbarkeit sowie die akustisch dämmende und wärmeisolierende Wirkung.



**Bild 11.1** Es gibt mehrere Wege, um Teile leichter zu machen

Aktuelle Bedürfnisse am Markt nach geeigneten Werkstoffsystemen für den stofflichen Leichtbau führten zu dem Ansatz, ein Multiaterialdesign aus Partikelschaumstoffen, Thermoplasten und Elastomeren zu entwickeln. Daraus entstand dann auch zwangsläufig die Motivation, die doch sehr verschiedenen Prozesse – Partikelschäumen und Spritzgießen, aber auch Thermoformen – in geeigneter Weise zu kombinieren.