

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

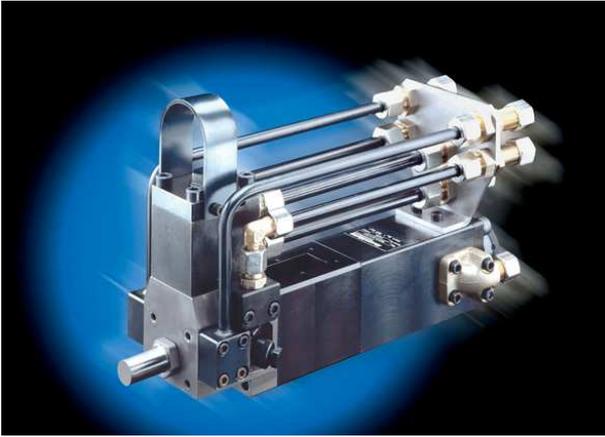


Bild 3.34 Selbstreinigender Mischkopf für das Lacksystem, fest am Werkzeug installiert [Bildquelle: KraussMaffei Technologies GmbH]

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 Verstärkungsstoffe 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 eingespritzt 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 Zuschnitts 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).

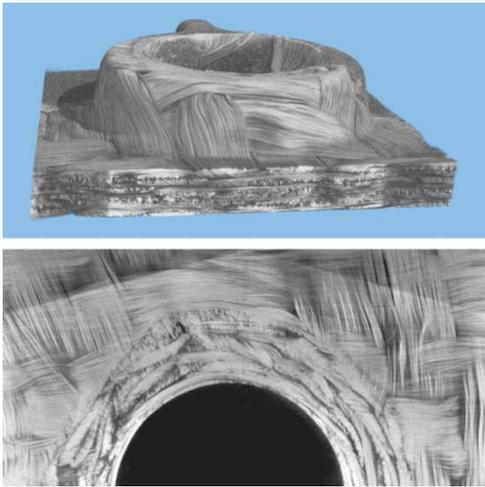


Bild 9.10 Ungestörter Faserverlauf bei einer mit beweglichen, heißen Nadeln angeformten Befestigungsbohrung [Bildquelle: GK Formenbau AG und Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK) TU Dresden]

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

ERROR: invalidaccess
OFFENDING COMMAND: put

STACK:

/131

```
1
[/.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef
/.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef
/.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef
/space /exclam /quotedbl /numbersign /dollar /percent /ampersand /
quoteright /parenleft /parenright /asterisk /plus /comma /hyphen /period
/slash /zero /one /two /three /four /five /six /seven /eight /nine /
colon /semicolon /less /equal /greater /question /at /A /B /C /D /E /F /
G /H /I /J /K /L /M /N /O /P /Q /R /S /T /U /V /W /X /Y /Z /bracketleft
/backslash /bracketright /asciicircum /underscore /quoteleft /a /b /c /d
/e /f /g /h /i /j /k /l /m /n /o /p /q /r /s /t /u /v /w /x /y /z /
braceleft /bar /braceright /asciitilde /.notdef /.notdef /.notdef /
.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /
.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /
.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /
.exclamdown /cent /sterling /fraction /yen /florin /section /currency /
quotesingle /quotedblleft /guillemotleft /guilsinglleft /guilsinglright
/ffi /fl /.notdef /endash /dagger /daggerdbl /periodcentered /.notdef /
paragraph /bullet /quotesinglbase /quotedblbase /quotedblright /
guillemotright /ellipsis /perthousand /.notdef /questiondown /.notdef /
grave /acute /circumflex /tilde /macron /breve /dotaccent /dieresis /
.notdef /ring /cedilla /.notdef /hungarumlaut /ogonek /caron /emdash /
.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /
.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /
AE /.notdef /ordfeminine /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /Lslash /
Oslash /OE /ordmasculine /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /
ae /.notdef /.notdef /.notdef /dotlessi /.notdef /.notdef /lslash /
oslash /oe /germandbls /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef ]
[/.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef
/.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef
/.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef
/space /exclam /quotedbl /numbersign /dollar /percent /ampersand /
quoteright /parenleft /parenright /asterisk /plus /comma /hyphen /period
/slash /zero /one /two /three /four /five /six /seven /eight /nine /
colon /semicolon /less /equal /greater /question /at /A /B /C /D /E /F /
G /H /I /J /K /L /M /N /O /P /Q /R /S /T /U /V /W /X /Y /Z /bracketleft
/backslash /bracketright /asciicircum /underscore /quoteleft /a /b /c /d
/e /f /g /h /i /j /k /l /m /n /o /p /q /r /s /t /u /v /w /x /y /z /
braceleft /bar /braceright /asciitilde /.notdef /.notdef /.notdef /
.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /
.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /
.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /
.exclamdown /cent /sterling /fraction /yen /florin /section /currency /
quotesingle /quotedblleft /guillemotleft /guilsinglleft /guilsinglright
/ffi /fl /.notdef /endash /dagger /daggerdbl /periodcentered /.notdef /
paragraph /bullet /quotesinglbase /quotedblbase /quotedblright /
guillemotright /ellipsis /perthousand /.notdef /questiondown /.notdef /
grave /acute /circumflex /tilde /macron /breve /dotaccent /dieresis /
.notdef /ring /cedilla /.notdef /hungarumlaut /ogonek /caron /emdash /
.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /
.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /
AE /.notdef /ordfeminine /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /Lslash /
Oslash /OE /ordmasculine /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef /
ae /.notdef /.notdef /.notdef /dotlessi /.notdef /.notdef /lslash /
oslash /oe /germandbls /.notdef /.notdef /.notdef /.notdef ]
```