

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>XI</b>
<b>Der Autor</b> .....	<b>XIII</b>
<b>Informationen zum Buchaufbau</b> .....	<b>XV</b>
Abmusterungscheckliste .....	XV
Bezeichnungen für Abmusterungsfachkräfte .....	XX
Beschreibung der Informationsboxen .....	XXI
<b>1 Einführung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Warum eine Werkzeugabmusterung? .....	1
1.2 Ablauf der Werkzeugabmusterung .....	2
1.3 Problemstellung Zeitfaktor bei der Abmusterung im Unternehmen ...	4
1.4 Energieeffizienz beginnt beim Abmustern .....	6
1.4.1 Energie- und Leistungsflüsse einer Spritzgießmaschine .....	7
1.4.2 Energieeinsparpotenziale der Plastifiziereinheit .....	9
1.4.3 Energieeinsparpotenziale der Schließeinheit .....	11
1.4.4 Spezifischer Energieverbrauch .....	12
1.4.5 Fazit der Energieeffizienz beim Abmustern .....	12
1.5 Die Spritzgießsimulation effektiv nutzen für eine Abmusterung .....	13
<b>2 Informationsbeschaffung und Vorbereitung der Abmusterung</b> .....	<b>15</b>
2.1 Informationsbeschaffung .....	15
2.1.1 Informationsblatt für Abmusterungen .....	16
2.2 Vorbereitung der Abmusterung .....	18
<b>3 Werkzeug rüsten</b> .....	<b>21</b>
3.1 Vor dem Werkzeugeinbau .....	21

3.1.1	Allgemeine Sicherheitsüberprüfungen .....	22
3.1.2	Überprüfung des Spritzgießwerkzeuges .....	23
3.1.3	Überprüfung bei Heißkanalwerkzeugen .....	24
3.2	Werkzeugeinbau .....	26
3.2.1	Ablauf beim Werkzeugeinbau .....	26
<b>4</b>	<b>Grundeinstellung der Schließeinheit .....</b>	<b>31</b>
4.1	Werkzeugbewegungen .....	31
4.1.1	Werkzeug öffnen .....	31
4.1.2	Werkzeugöffnungsgeschwindigkeit .....	33
4.1.3	Werkzeug schließen .....	33
4.1.4	Einstellung der Werkzeugauswerfer .....	33
4.1.5	Zusatzfunktionen im Werkzeug .....	34
4.2	Werkzeugsicherung .....	34
4.2.1	Werkzeugsicherung einstellen .....	35
4.2.2	Funktionsüberprüfung der Werkzeugsicherung .....	37
4.3	Grundeinstellung der Werkzeugzuhaltekraft .....	38
4.4	Werkzeugtemperierung .....	41
4.4.1	Höhe der Werkzeugtemperatur .....	42
4.4.2	Gleichmäßige Temperaturverteilung im Werkzeug .....	48
4.4.3	Überprüfung der Durchflussmenge des Temperiermediums ...	51
4.4.4	Formhälften gemeinsam aufheizen .....	53
4.5	Literatur zu Kapitel 4 .....	54
<b>5</b>	<b>Grundeinstellung der Plastifiziereinheit .....</b>	<b>55</b>
5.1	Zylindertemperaturen einstellen .....	56
5.1.1	Thermisches Verhalten von amorphen und teilkristallinen Thermoplasten .....	58
5.1.2	Auswirkungen der Schmelztemperatur auf das Spritzteil und den Spritzgießprozess .....	60
5.1.3	Zylindertemperaturprofil einstellen .....	61
5.1.4	Flanschtemperatur (Materialeinzug) einstellen .....	65
5.2	Plastifiziervorgang einstellen .....	68
5.2.1	Plastifizierweg bzw. -volumen .....	68
5.2.2	Plastifiziergeschwindigkeit .....	72
5.2.3	Schneckenstaudruck .....	75
5.2.4	Schneckenkompression einstellen .....	80
5.3	Einspritzvorgang einstellen .....	81
5.3.1	Einspritzdruck .....	81

5.3.2	Einspritzgeschwindigkeit .....	82
5.3.3	Einspritzgeschwindigkeitsprofil .....	86
5.3.4	Einspritzzeit .....	88
5.4	Kühlzeit und Entformungstemperatur .....	89
5.4.1	Kühlzeit .....	89
5.4.2	Entformungstemperatur des Kunststoffes .....	90
5.4.3	Grundeinstellung der Kühlzeit .....	92
5.5	Düsenanlagepunkt abnullen und prüfen .....	95
5.5.1	Düsenanlagenkraft einstellen .....	96
5.5.2	Vorgehensweise zur Erstellung eines Düsenabdruckes .....	97
5.6	Bewegung der Plastifiziereinheit einstellen .....	97
5.6.1	Bewegungsgeschwindigkeit der Plastifiziereinheit .....	98
5.7	Begutachtung der Kunststoffschmelze .....	98
5.7.1	Überprüfung der Schmelzetemperatur .....	98
5.7.2	Optische Begutachtung der Kunststoffschmelze .....	99
5.7.3	Überprüfung der Werkzeugtemperatur .....	100
5.8	Literatur zu Kapitel 5 .....	101
<b>6</b>	<b>Füllstudie, Nachdruck und Werkzeugzuhaltekraft .....</b>	<b>103</b>
6.1	Füllstudie .....	104
6.1.1	Erkenntnisse aus der Füllstudie .....	104
6.1.2	Vorgehensweise der Füllstudie und Ermittlung des Umschaltpunktes bzw. -volumens .....	106
6.1.3	Art der Umschaltung von Einspritzdruck auf Nachdruck .....	108
6.1.4	Auswirkungen der Umschaltung auf das Spritzteil und den Spritzprozess .....	111
6.2	Nachdruck .....	111
6.2.1	Nachdruckhöhe .....	113
6.2.2	Nachdruckzeit .....	114
6.2.3	Nachdruckprofil .....	117
6.3	Werkzeugzuhaltekraft .....	119
6.3.1	Experimentelle Optimierung der Zuhaltekraft .....	122
6.4	Literatur zu Kapitel 6 .....	125
<b>7</b>	<b>Abmusterungsanalyse der Grundeinstellung .....</b>	<b>127</b>
7.1	Erste Musterteile fertigen .....	129
7.2	Wichtiges zur Durchführung einer Abmusterungsanalyse .....	129
7.2.1	Der Spritzgießprozess .....	130
7.2.2	Abmusterungsanalyse über Werkzeuginndruckverlauf .....	137

7.2.3	Abmusterungsanalyse mit Hilfe der Thermografie .....	145
7.2.4	Analyse der benötigten Durchflussmenge des Temperiermediums .....	152
7.2.5	Analyse der Verweilzeit der Schmelze im Plastifizierzylinder ..	155
7.2.6	Überprüfung des vorhandenen Materialtrocknervolumens .....	157
7.2.7	Überprüfung der Werkzeugtuschierung .....	158
7.2.8	Überprüfung der Maßhaltigkeit des Spritzteils .....	158
7.3	Abmusterungsanalyse der Grundeinstellung .....	159
7.3.1	Abmusterungsanalyse durchführen .....	161
7.4	Literatur zu Kapitel 7 .....	170
<b>8</b>	<b>Optimierung der Grundeinstellung .....</b>	<b>171</b>
8.1	Optimierung der Grundeinstellung – Teil 1 .....	174
8.1.1	Schritt 1: Festlegung der Optimierungsstrategie .....	174
8.1.2	Schritt 2: Durchführung von Spritzversuchen .....	179
8.1.3	Schritt 3: Auswertung der Spritzversuche .....	189
8.2	Optimierung der Grundeinstellung – Teil 2 .....	194
8.2.1	Schritt 1: Optimierte Grundeinstellung auf Produktivität bewerten und optimieren .....	195
8.2.2	Schritt 2: Optimierte Grundeinstellung auf Energieeffizienz bewerten und optimieren .....	199
8.2.3	Optimierungsmöglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz .....	206
8.3	Optimierung der Grundeinstellung – Teil 3 .....	210
8.3.1	Schritt 1: Prozessfähigkeitsanalyse von Maschineneinstell- und Prozessparametern .....	210
8.3.2	Schritt 2: Prozess-Run@Rate der optimierten Grundeinstellung	216
<b>9</b>	<b>Dokumentation der Werkzeugabmusterung .....</b>	<b>223</b>
9.1	Warum ist eine Dokumentation so wichtig? .....	224
9.2	Dokumentation der Maschineneinstell- und Prozessparameter .....	224
9.3	Werkzeugabmusterungsbericht .....	229
9.4	Einberufung eines Kurz-Meetings aller abmusterungsbeteiligten Mitarbeiter .....	233
<b>10</b>	<b>Kurz-Meeting und Maßnahmenfestlegung .....</b>	<b>235</b>
10.1	Kurz-Meeting (Ideenkonferenz) .....	235
10.1.1	Vorteile eines Kurz-Meetings .....	235
10.1.2	Allgemeines zum Kurz-Meeting .....	236

10.1.3 Richtige Vorbereitung auf das Kurz-Meeting .....	237
10.1.4 Neutraler Besprechungsort für Kurz-Meeting .....	237
10.1.5 Kreativmethoden zur schnelleren Lösungsfindung .....	237
10.2 Vorgehensweise/Ablauf des Kurz-Meetings .....	241
10.3 Maßnahmenfestlegung und weiteres Vorgehen .....	243
10.3.1 Werkzeugkorrekturen bzw. Änderungen .....	243
<b>11 Folgeabmusterung (Iterationsschleife) oder Freigabe .....</b>	<b>245</b>
11.1 Folgeabmusterung (Iterationsschleife) .....	246
11.1.1 Informationsbeschaffung und Vorbereitung der Folgeabmusterung (Iterationsschleife) .....	246
11.1.2 Werkzeug rüsten und Einstellung der Schließ- und Plastifiziereinheit .....	247
11.1.3 Spritzteile fertigen und Abmusterungsanalyse der optimierten Grundeinstellung .....	247
11.1.4 Optimierung der „optimierten Grundeinstellung“ bei einer Folgeabmusterung (Iterationsschleife) .....	248
11.1.5 Dokumentation der Folgeabmusterung (Iterationsschleife) ....	248
11.1.6 Kurz-Meeting und Maßnahmenfestlegung im Anschluss an die Folgeabmusterung (Iterationsschleife) .....	248
11.2 Abmusterungskreislauf .....	249
11.3 Freigabeprozess (Werkzeugübergabe in die Serienfertigung) .....	250
11.3.1 Abschluss-Meeting zur Werkzeugübergabe in die Serienfertigung .....	250
<b>12 Die moderne Abmusterung im Zeitalter von Industrie 4.0 .....</b>	<b>253</b>
12.1 Digitalisierung und Industrie 4.0 .....	254
12.2 Warum den Abmusterungsprozess digitalisieren? .....	255
12.2.1 Intention der Abmusterungssoftware IMG .....	255
12.2.2 Vorteile und Nutzen der IMG-Software im Unternehmen .....	256
12.3 Kurze Einblicke in den IMG .....	257
12.3.1 Aufbau, Inhalte und Funktionen .....	258
12.3.2 Rund um die Software .....	264
<b>13 Schlusswort .....</b>	<b>269</b>
<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>271</b>