

Inhalt

Vorwort	V
1 Der Spritzgießprozess	1
1.1 Verfahrensablauf	1
1.2 Die Maschinen- und Anlagentechnik	3
1.2.1 Schließeinheit	3
1.2.2 Einspritzeinheit	6
1.2.3 Antrieb	6
1.2.4 Steuerung	6
2 Fachsprache	7
2.1 Spritzgießmaschine	7
2.2 Werkzeug	12
2.3 Spritzgießprozess	22
2.4 Werkstoff Kunststoff	29
3 Die Einstellung der Verarbeitungsgrößen	31
3.1 Basisdaten für die Grundeinstellung	33
3.1.1 Schussgewicht	34
3.1.2 Fließweglänge	34
3.1.3 Mittlere Wanddicke	35
3.1.4 Zu verarbeitender Kunststoff	35
3.1.5 Formteilklassse	35
3.1.6 Projizierte Formteilstfläche	36
3.2 Grundeinstellung	36
3.2.1 Temperaturen	37
3.2.2 Dosieren	39
3.2.3 Einspritzen und Nachdrücken	44
3.2.4 Kühlzeit	49
3.3 Korrektur der Grundeinstellung	49
3.3.1 Erster Korrekturschritt (ohne Nachdruck)	50
3.3.2 Zweiter Korrekturschritt (mit Nachdruck)	51
3.4 Optimierung der Grundeinstellung	51
3.4.1 Unvollständige Werkzeugfüllung	52
3.4.2 Einfallstellen	52
3.4.3 Gratbildung	53

3.4.4	Sichtbare, schlechte Bindenähte	54
3.4.5	Freistrahlbildung	54
3.4.6	Rillenbildung (Schallplatteneffekt)	56
3.4.7	Schlieren auf der Oberfläche	56
3.4.8	Brandstellen (Diseleffekt)	57
3.4.9	Matte Stellen in Anschnittnähe	58
3.4.10	Glanzunterschiede auf der Oberfläche	58
4	Spritzgießrelevante Kunststoff-Eigenschaften	59
4.1	Fließeigenschaften von Kunststoffen	59
4.1.1	Zusammenhang von Druck und Geschwindigkeit (Hagen-Poiseuille)	59
4.1.2	Viskosität	60
4.1.3	Kombinierter Einfluss von Geschwindigkeit und Temperatur (Badewannenkurve)	63
4.1.4	Quellfluss	63
4.1.5	Fehlersuche mit Quellflussanalyse	65
4.2	Prozessablauf beim Einspritzen und Nachdrücken	66
4.2.1	Zusammenhang zwischen spezifischem Druck, Volumen und Temperatur (p_vT -Diagramm)	66
4.2.2	Druck-Zeit-Verlauf, Druckkurven	68
4.2.3	Einspritzgeschwindigkeit	72
4.2.4	Nachdruckphase	74
4.3	Formteilmgestaltung	77
4.3.1	Fließweg-Wanddicken-Verhältnis	77
4.3.2	Füllbild	78
4.4	Innere Eigenschaften von Kunststoffen	82
4.4.1	Orientierungen	83
4.4.2	Spannungen	84
4.4.3	Kristallisation	85
4.5	Temperaturen und Wärmevergänge in Kunststoffen	88
4.5.1	Abkühlung (Berechnung)	88
4.5.2	Abkühleigenschaften, Bindenahtfestigkeit	90
4.5.3	Einfluss der Werkzeugtemperatur auf die Formteildimension	92
4.5.4	Temperaturgleichgewicht	93
4.5.5	Schmelzetemperatur	94
4.5.6	Einfluss der Temperatur auf die Entformung und allgemeine Entformungsprobleme	96
4.5.7	Verweilzeit und Materialabbau	97
5	Spritzgieß-Sonderverfahren	99
5.1	Spritzgießen mit Treibmitteln	99
5.1.1	TSG-Verfahrenstechnik (Thermoplast-Schaum-Spritzgießen)	101
5.1.2	Gasgegendruck-Verfahren	103

5.2	Gasinnendrucktechnik (GIT)	104
5.2.1	Druckverlauf bei der Gasinnendrucktechnik	105
5.2.2	Standard-GIT-Verfahren	107
5.2.3	Ausblasverfahren	112
5.2.4	Fehlerbeseitigung beim GIT-Prozess	116
5.3	Gas-Außendrucktechnik	118
5.4	Spritzprägen	120
5.4.1	Allgemeines zum Verfahren	120
5.4.2	Großflächiges Spritzprägen	121
5.4.3	Partielles Prägen	122
5.4.4	Passives Prägen	123
5.4.5	Prozessführung beim großflächigen Spritzprägen	123
5.4.6	Prozessführung beim Prägen mit Verdrängerkernen	125
5.4.7	Prozessführung beim passiven Prägen	125
5.5	Mehrkomponentenspritzgießen	126
5.5.1	Overmolding-Verfahren	126
5.5.2	Sandwichmolding-Verfahren	131
5.6	Plastifizieren mit Entgasung	142
6	Die letzten Schritte zur Qualität	143
6.1	Dokumentation und Überwachung	143
6.1.1	Kontinuierliche, chronologische Überwachung	144
6.1.2	Statistical Process Control (SPC)	152
6.1.3	Überwachung mit Prozessmodellen	157
6.2	Optimierung mit externer Intelligenz	158
6.2.1	Statistische Versuchsplanung (SVP)	158
6.2.2	Evolutionsoptimierung (EVOP)	163
6.2.3	Vergleich zwischen EVOP und SVP	166
6.3	Spezielle Prozessstrategien	166
6.3.1	<i>pvT</i> -Strategie	167
6.3.2	Adaptive Prozessregelung	168
7	Vorgehensweise für eine standardisierte Voreinstellung einer Spritzgießmaschine	173
7.1	Basis-Formteildaten	173
7.2	Einstellwerte	173
7.3	Tabellen und Diagramme	175
Index		187