

Inhalt

Vorwort	V
Geleitwort	VII
Einleitung	XV
1 Bedeutung des Schaumspritzgießens für den industriellen Leichtbau	1
2 Das Schaumspritzgießen und seine unterschiedlichen Verfahrensvarianten	9
2.1 Chemische versus physikalische Treibmittel	10
2.1.1 Chemische Treibmittel	10
2.1.2 Physikalische Treibmittel	14
2.2 Verfahren	16
2.2.1 Niederdruck-Spritzgießprozess	16
2.2.2 Hochdruckverfahren	16
2.2.3 2-Komponenten-Schaumspritzgießen (Sandwichspritzgießen) ..	18
2.2.4 Schäumen mit physikalischen Treibmitteln	20
2.2.4.1 Einbringung des Treibfluids im Bereich der Schnecke ..	20
2.2.4.2 Einbringung des Treibfluids über ein Zusatzaggregat ..	21
2.2.4.3 Einbringung des Treibfluids über eine Injektionsdüse ..	22
2.2.4.4 Einbringung des Treibfluids über die Schnecke	23
2.2.4.5 Einbringen des Treibfluids im Angussystem des Spritzgießwerkzeugs	24
2.2.4.6 Einbringung des Treibfluids im Bereich des Trichters ..	25

2.2.4.7	Vorbeladungsverfahren	26
2.2.4.7.1	Vorbeladung des Granulats im Autoklaven	26
2.2.4.7.2	Aufschäumen durch Beladen von Formteilen im Autoklaven	27
2.2.4.7.3	Einbringen des Treibfluids Wasser über eine Trägersubstanz	28
2.2.4.7.4	Einbringen von Treibfluiden im festen Aggregatzustand	29
3	Definition und Merkmale des physikalischen Schaumspritzgießens	33
3.1	Eigenschaften von TSG-Strukturschäumen	34
3.1.1	Gewichtsreduktion	35
3.1.2	Einfallstellen	35
3.1.3	Formteilverzug	36
3.1.4	Schwindungsverhalten	37
3.1.5	Mechanische Eigenschaften	37
3.1.6	Isolationsverhalten gegen Temperaturgradienten	38
3.1.7	Isolationsverhalten gegen Schall	39
3.1.8	Ausgasung	40
3.1.9	Oberflächen	40
3.2	Herstellungsprozess von Strukturschäumen	41
3.2.1	Stofftransport und Mischen des Treibfluids im Matrixpolymer	42
3.2.2	Beladung und Aufbereitung des Einphasengemisches in der Plastifizierung	44
3.2.3	Aufschäumen und Fixierung des Bauteils in der Werkzeugkavität	45
3.3	Korrelation der Morphologie der Bauteilstruktur mit den Prozessparametern	46
3.4	Einfluss der Prozessparameter auf die Bauteileigenschaften	47
3.4.1	Einfluss der Schmelztemperatur	47
3.4.2	Einfluss der Einspritzgeschwindigkeit	49
3.4.3	Einfluss der Werkzeugtemperatur	50
3.4.4	Einfluss der Unterdosierung bei Teilfüllung der Kavität	50

3.5	Maßnahmen zur Verbesserung der Oberflächengüte	51
3.5.1	Technologien zur Werkzeugtemperierung	51
3.5.2	Werkzeugkonzepte	55
3.5.3	Oberflächenbeschichtungen der Kavitäten	56
3.5.4	Sandwich Schaumspritzgießen	57
4	Konstruktionsrichtlinien für geschäumte Bauteile	59
4.1	Gewichtsreduktion durch Schäumen	59
4.2	Grundlegende Designoptimierung	62
4.3	Wanddicke	63
4.4	Ausblick zur Bauteilgestaltung	65
4.5	Hinweise zur Werkzeugkonstruktion	70
4.5.1	Empfehlungen zur Entlüftung	70
4.5.2	Auslegung von Angusstange und Verteiler	71
4.5.3	Heißkanalsysteme	74
4.5.4	Werkzeugtemperierung	75
4.6	Füllbildanalyse	75
4.7	Konstruktionsrichtlinien für Schaumspritzgießen	76
4.7.1	Drei-Phasen-Modell bei der praktischen Umsetzung des Konstruierens für TSG-Bauteile	81
4.7.2	„Design für Funktion“ – ein Plädoyer	86
5	Prozess-Simulation	87
5.1	Softwaresysteme	87
5.2	Simulation Viskositätsreduktion/Zellnukleierung und Zellwachstum	88
5.2.1	Viskositätsreduktion	89
5.2.2	Zellnukleierung und Zellwachstum	90
5.3	Vernetzung/Modellaufbau	97
5.4	Prozessparameter für die Simulation definieren	101
5.5	Ergebnisse und Interpretation	103
6	Polymere für das Schaumspritzgießen	115
6.1	Einleitung	115
6.2	Prüfkörper	116
6.3	Einfluss der Integralschaumstruktur auf die Kennwerte	117

6.4	Gezielte Veränderung der Eigenschaften der Schaumpolymeren	121
6.5	Polymere	122
6.6	Polypropylen (PP)	124
6.7	Polyamide (PA)	125
6.8	Polyoxymethylen (POM)	125
6.9	Polycarbonat (PC)	126
6.10	Nukleierungsmittel	126
	6.10.1 Organische Füllstoffe	127
	6.10.2 Anorganische Füllstoffe	127
	6.10.3 Fasern	127
7	Maschinenbauliche Grundlagen der Schaumspritzgießmaschine	129
7.1	Einleitung	129
7.2	Schließeinheit	130
7.3	Einspritzeinheit und Plastifizierung	133
7.4	Sonderausstattung	141
7.5	Gasdosierstation	144
7.6	Die ideale Schaumspritzgießmaschine	145
8	Werkzeugtechnik für das Schaumspritzgießen	149
8.1	Werkzeugtechnische Grundlagen	149
	8.1.1 Anspritzen	149
	8.1.1.1 Prozessbetrachtung am Anspritzbereich	150
	8.1.1.2 Prozessbetrachtung nach dem Anspritzbereich	151
	8.1.2 Füllvorgang	152
	8.1.3 Entlüften	152
	8.1.4 Temperieren	153
	8.1.5 Auswerfen	154
	8.1.6 Überwachung	154
	8.1.7 Werkzeugoberfläche und Beschichtung	155
	8.1.8 Werkzeug und Schmelzeinfluss	156
8.2	TSG-Prozesse – Anwendung und Werkzeugtechnik	156
	8.2.1 Niederdruck-TSG	156

8.2.2	Hochdruck-TSG mit Öffnungshub	156
8.2.3	Anwendungsbeispiel 1: Softtouch-Oberflächen mit Hochdruck-TSG	159
8.2.4	Anwendungsbeispiel 2: Hochdruck-TSG für flächige Sichtbauteile	162
8.2.5	Anwendungsbeispiel 3: Niederdruck-TSG	163
9	Anwendungsbeispiele aus dem Bereich Automotive	165
9.1	Einleitung	165
9.2	Schlossgehäuse	168
9.3	Türbrüstung	170
9.4	Scheinwerfergehäuse	171
9.5	Heckspoiler Unterschale	173
9.6	Außenspiegelhalter	174
9.7	Griffblende IML	175
9.8	Instrumententafelträger	177
9.9	Türverkleidung und Kartentasche	181
9.10	Griffhebel zur Lenksäulenverstellung	182
9.11	Anschlagdämpfer	186
10	Elektronikbauteile	189
11	Anwendungsbeispiele aus dem Bereich Haushalt	195
11.1	Wirtschaftliche Betrachtung geschäumter Thermoplastbauteile	195
11.2	Bodengruppe Weiße Ware	199
11.3	Grundplatte für Elektrowerkzeuge	201
11.4	Bewässerungsventil	202
11.5	Laufschuhsohle	203
12	Anwendungsbeispiele aus dem Bereich Verpackung	205
12.1	Margarinebecher	207
12.2	Joghurtbecher 200 ml und 900 g-Becher	209
12.3	Empfehlungen beim Einsatz von Schäumverfahren bei Dünnwand-Verpackungen	211
12.4	Paletten	213

13	Anwendungsbeispiele aus dem Bereich Medizintechnik	217
14	Ausblick	221
	Die Autoren	223
	Stichwortverzeichnis	225