

# Inhalt

<b>Die Autoren</b> .....	<b>V</b>
<b>Vorwort</b> .....	<b>VII</b>
<b>1 Grundsätze zur Entwicklung maßhaltiger Formteile</b> .....	<b>1</b>
1.1 Partner bei der Produktionsvorbereitung von Kunststoffteilen .....	1
1.2 Zeichnungen und Datensätze – Funktionen und Festlegungen .....	3
1.3 Qualitätsanforderungen an Kunststoff-Formteile unter den Bedingungen der Globalisierung .....	6
1.4 Sinn und Unsinn moderner Messdatenerfassung .....	15
1.5 Stellungnahme zur DIN 16901 .....	16
1.6 Fachlich fundiertes Projektmanagement als Voraussetzung für den Projekterfolg .....	18
<b>2 Maßhaltigkeit und geometrische Produktspezifikation</b> .....	<b>21</b>
2.1 Geometrische Produktspezifikation und Toleranzarten .....	21
2.2 Toleranzfeldlagen und Tolerierungsarten für die Formteilmontage .....	24
2.3 Wirkzusammenhänge von Maßen (Toleranzanalysen) .....	27
2.4 Toleranzfestlegung .....	30
2.5 Rauheitstoleranzen .....	33
<b>3 Einführung in das funktionsorientierte Toleranzdesign</b> .....	<b>35</b>
3.1 Bezüge .....	38
3.2 Toleranzen .....	41
<b>4 Maßbezugsebenen für die Anwendung und Fertigung von Formteilen</b> .....	<b>45</b>
4.1 Definition der Maßbezugsebenen .....	45
4.2 Bestimmung der anwendungsbedingten Maßverschiebung und Maßstreuung ..	49
4.3 Demonstrationsbeispiel für den Übergang der Maßbezugsebenen .....	56
<b>5 Kunststoffeigenschaften und deren Einfluss auf die Formteile unter Berücksichtigung der Maßhaltigkeit</b> .....	<b>61</b>
5.1 Einführung .....	61
5.2 Strukturbeschreibung der Polymere .....	64
5.2.1 Chemische Strukturen (Konstitution der Makromoleküle) .....	64

5.2.2	Morphologische Strukturen (Konformation und Aggregation der Makromoleküle) .....	68
5.2.3	Vernetzte Strukturen .....	73
5.2.4	Polymermodifizierung durch Mischungen und Verbunde .....	74
5.3	Thermisch-mechanische Zustände von Polymeren .....	74
5.3.1	Verformungsarten bei mechanischer Beanspruchung .....	74
5.3.2	Thermische Zustände und Übergangsbereiche .....	75
5.4	Deformations- und Fließverhalten von Polymeren .....	81
5.4.1	Verarbeitungstechnologische Aspekte .....	81
5.4.2	Steifigkeit und $p$ - $v$ - $T$ -Verhalten .....	81
5.4.3	Fließverhalten von Polymerschmelzen .....	83
5.4.4	Quellströmung beim Spritzgießen .....	86
5.5	Schwindungsverhalten von Kunststoff-Formteilen .....	89
5.5.1	Gegenstand und Definitionen zur Verarbeitungsschwindung .....	89
5.5.2	Beeinflussung der Verarbeitungsschwindung beim Thermoplastspritzgießen .....	90
5.6	Verzugsverhalten von Kunststoff-Formteilen .....	94
5.6.1	Verzug als Verformungs- und Stabilitätsproblem .....	94
5.6.2	Gestaltungsbeispiele für maßhaltige Kunststoff-Formteile .....	96
5.7	Richtwerte der Verarbeitungsschwindung für Kunststoffe .....	99
5.7.1	Bewertungsgrundlagen .....	99
5.7.2	Schwindmaßtabellen .....	101
5.8	Wärmedehnung, Nachschwindung und Quellung von Kunststoffen .....	106
5.8.1	Problemabgrenzung .....	106
5.8.2	Wärmedehnung .....	106
5.8.3	Nachschwindung .....	107
5.8.4	Quellung .....	110
<b>6</b>	<b>Einfluss der Werkzeugkonzeption auf die Maßhaltigkeit .....</b>	<b>113</b>
6.1	Einführung – Besonderheiten im Werkzeugbau .....	113
6.2	Deformation der Formteile beim Entformen .....	115
6.2.1	Verfahrenstechnische Deformation des Formteils .....	115
6.2.2	Werkzeugbedingte Deformationen des Formteils .....	117
6.3	Das Werkzeugkonzept .....	120
6.4	Die typischen Projektpartner .....	121
6.5	Die insbesondere die Maßhaltigkeit beeinflussenden Werkzeugeigenschaften ..	122
6.5.1	Allgemeines .....	122
6.5.2	Werkzeugtemperierung .....	123
6.5.3	Rheologische Ausbalancierung der Werkzeuge .....	124
6.6	Relevante Kostenanteile der Werkzeugkosten .....	127
6.7	Zusammenfassung .....	128

<b>7</b>	<b>Anwendungsmöglichkeiten der Konstruktions- und Simulationstechniken</b> .....	<b>129</b>
7.1	Grundlagen der Simulationsrechnungen .....	129
7.2	Modellaufbereitung .....	130
7.3	Füllsimulation .....	131
7.4	Simulation der Werkzeugtemperierung .....	133
7.5	Verzugssimulation .....	134
7.6	Bewertung der Simulationsergebnisse .....	137
<b>8</b>	<b>Fertigungstolerierung nach DIN 16742/ISO 20457</b> .....	<b>141</b>
8.1	Konzeptionelle Grundlagen und Anwendungsbereich der DIN 16742/ISO 20457 .....	141
8.1.1	Konzeptionelle Grundlagen .....	141
8.1.2	Anwendungsbereich .....	145
8.2	Grenzabmaße für Größenmaße (Dimensionelle Tolerierung) .....	147
8.2.1	Bestimmung der Toleranzgruppen und Toleranzreihen .....	147
8.2.2	Einfluss von Recyclatzusätzen auf die Fertigungsgenauigkeit von Thermoplastformteilen .....	154
8.3	Positions- und Profilformtolerierung (Geometrische Tolerierung) .....	156
8.4	Beispiele für die dimensionelle Tolerierung .....	158
<b>9</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>163</b>
<b>10</b>	<b>Normenverzeichnis</b> .....	<b>165</b>
	<b>Register</b> .....	<b>167</b>