

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>V</b>	<b>2.3 Werkstoffeigenschaften</b> .....	<b>22</b>
		2.3.1 Werkstoffbelastungen .....	22
		2.3.2 Werkstoffprüfung .....	23
<b>Der Autor</b> .....	<b>VII</b>	<b>2.4 Metalle</b> .....	<b>24</b>
		2.4.1 Stahl .....	26
		2.4.1.1 Legierungsbestandteile von Stahl .....	28
		2.4.1.2 Stahllarten .....	28
		2.4.1.3 Stahlbezeichnung .....	29
		2.4.2 Gusseisen .....	32
		2.4.3 Edlstähle .....	32
		2.4.4 Seltene Erden .....	33
		2.4.5 Aluminium .....	34
		2.4.5.1 Herstellprozess von Aluminium .....	35
		2.4.5.2 Aluminiumlegierungen .....	35
		2.4.5.3 Anwendungen von Aluminium .....	36
		2.4.6 Zink .....	37
<b>Videoübersicht</b> .....	<b>XIII</b>	<b>2.5 Kunststoffe</b> .....	<b>39</b>
		2.5.1 Gewinnung .....	39
		2.5.2 Arten .....	41
		2.5.3 Granulat .....	42
		2.5.4 Verwendung von Kunststoffen .....	43
<b>1 Basisinformationen</b> .....	<b>1</b>	<b>2.6 Neue Materialien</b> .....	<b>45</b>
<b>1.1 Produktentwicklungsprozess</b> .....	<b>1</b>	<b>3 Fertigungsverfahren</b> .....	<b>49</b>
1.1.1 Produktentscheidungskriterien .....	2	<b>3.1 Urformen</b> .....	<b>50</b>
1.1.2 Produktdokumente - Zeichnungen .....	2	3.1.1 Urformen aus dem flüssigen Zustand .....	50
<b>1.2 Produktionstechnik</b> .....	<b>3</b>	3.1.1.1 Schwerkraftgießen .....	51
1.2.1 Fertigungstechnik .....	4	3.1.1.2 Druckgießen .....	52
1.2.2 Verfahrenstechnik .....	5	3.1.1.3 Niederdruckgießen .....	53
<b>1.3 Industrie 4.0</b> .....	<b>5</b>	3.1.1.4 Schleudergießen .....	54
<b>1.4 Produktionssystem</b> .....	<b>7</b>	3.1.1.5 Stranggießen .....	55
<b>1.5 Produktionsanlage oder -maschine</b> .....	<b>7</b>	3.1.1.6 Schäumen .....	55
1.5.1 Maschinenelemente und die Automatisierung .....	7	3.1.1.7 Tauchformen .....	57
1.5.2 CNC-Technik und das Achsensystem .....	9	3.1.1.8 Urformen von faserverstärkten Kunststoffen .....	58
1.5.3 Spannmittel .....	10	3.1.1.9 Urformen - Züchten von Kristallen .....	59
1.5.4 Werkzeuge .....	12	3.1.2 Urformen aus dem plastischen Zustand ...	60
1.5.5 Werkstoffbearbeitung - Nass, Minimalmenge, Trocken .....	15		
<b>1.6 Kalkulationsbeispiele und Kostenvergleich</b> .....	<b>16</b>		
<b>2 Materialien</b> .....	<b>19</b>		
<b>2.1 Rohstoffe</b> .....	<b>19</b>		
<b>2.2 Übersicht der Materialien</b> .....	<b>20</b>		

3.1.2.1	Pressformen	60	3.3.2.2	Bohren	99
3.1.2.2	Spritzgießen	61	3.3.2.3	Fräsen	102
3.1.2.3	Spritzpressen	62	3.3.2.4	Hobeln/Stoßen	106
3.1.2.4	Strangpressen – Extrudieren	63	3.3.2.5	Räumen	107
3.1.2.5	Ziehformen	63	3.3.2.6	Sägen	108
3.1.2.6	Kalandrieren	65	3.3.2.7	Feilen/Raspeln	109
3.1.2.7	Blasformen – Rotationsformen	65	3.3.2.8	Bürstspanen	109
3.1.2.8	Modellieren	66	3.3.2.9	Schaben/Meißeln	110
3.1.3	Urformen aus dem körnigen oder pulverisierten Zustand	66	3.3.3	Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide	110
3.1.3.1	Pressen – Pulverpressen als Operationsschritt des Sinterns	67	3.3.3.1	Schleifen mit rotierenden Werkzeugen	111
3.1.3.2	Sandformen	68	3.3.3.2	Bandschleifen	112
3.1.3.3	Rapid Prototyping, 3D-Druck – additive/generative Fertigungsverfahren	68	3.3.3.3	Hubschleifen	113
3.1.4	Urformen aus dem gas- oder dampfförmigen Zustand	71	3.3.3.4	Honen	113
3.1.5	Urformen aus ionisiertem Zustand	72	3.3.3.5	Läppen	114
<b>3.2</b>	<b>Umformen</b>	<b>72</b>	3.3.3.6	Strahlspanen	114
3.2.1	Druckformen	74	3.3.3.7	Gleitspanen	115
3.2.1.1	Walzen	74	3.3.4	Abtragen	115
3.2.1.2	Freiformen	77	3.3.4.1	Thermisches Abtragen	116
3.2.1.3	Gesenkformen	79	3.3.4.2	Chemisches Abtragen	119
3.2.1.4	Eindrücken	81	3.3.4.3	Elektrochemisches Abtragen	119
3.2.1.5	Durchdrücken	81	3.3.5	Zerlegen	120
3.2.1.6	Umformstrahlen	83	3.3.6	Reinigen	122
3.2.1.7	Oberflächenveredlungsstrahlen	83	3.3.6.1	Reinigungsstrahlen	123
3.2.2	Zugdruckumformen	84	3.3.6.2	Mechanisches Reinigen	124
3.2.2.1	Durchziehen	84	3.3.6.3	Strömungstechnisches Reinigen	124
3.2.2.2	Tiefziehen	84	3.3.6.4	Lösungsmittelreinigen	124
3.2.2.3	Drücken	85	3.3.6.5	Chemisches Reinigen	125
3.2.2.4	Kragenziehen	86	3.3.6.6	Thermisches Reinigen	126
3.2.2.5	Knickbauchen	86	<b>3.4</b>	<b>Fügen</b>	<b>126</b>
3.2.2.6	Innenhochdruck-Weitstauchen	86	3.4.1	Zusammensetzen	128
3.2.3	Zugumformen	87	3.4.2	Füllen	130
3.2.3.1	Längen	87	3.4.3	An- und Einpressen	130
3.2.3.2	Weiten	87	3.4.4	Fügen durch Urformen	131
3.2.3.3	Tiefen	88	3.4.5	Fügen durch Umformen	131
3.2.4	Biegeumformen	88	3.4.6	Fügen durch Schweißen	133
3.2.4.1	Biegeumformen mit geradliniger Werkzeugbewegung	88	3.4.6.1	Pressverbindungsschweißen	133
3.2.4.2	Biegeumformen mit drehender Werkzeugbewegung	90	3.4.6.2	Schmelzverbindungsschweißen	137
3.2.5	Schubumformen	91	3.4.7	Fügen durch Löten	141
<b>3.3</b>	<b>Trennen</b>	<b>92</b>	3.4.8	Kleben	142
3.3.1	Zerteilen	92	<b>3.5</b>	<b>Beschichten</b>	<b>143</b>
3.3.1.1	Scherschneiden (Stanzen)	92	3.5.1	Beschichten aus dem flüssigen Zustand	147
3.3.1.2	Messerschneiden	94	3.5.1.1	Schmelztauchen	148
3.3.1.3	Beißschneiden	95	3.5.1.2	Anstreichen, Lackieren	148
3.3.2	Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide	95	3.5.1.3	Emaillieren	149
3.3.2.1	Drehen	95	3.5.2	Beschichten aus dem plastischen Zustand	149
			3.5.3	Beschichten aus dem körnigen oder pulverförmigen Zustand	150
			3.5.3.1	Wirbelsintern	150
			3.5.3.2	Elektrostatisches Beschichten	151
			3.5.3.3	Beschichten durch thermisches Spritzen	152
			3.5.4	Beschichten durch Schweißen	156

3.5.5	Beschichten aus dem gas- oder dampfförmigen Zustand (Vakuumbeschichten) .....	157	4.5.1.2	Zeichnungen .....	189
3.5.5.1	Vakuumbedampfen - PVD/CVD .....	157	4.5.2	Bauteilgestalt .....	189
3.5.5.2	Vakuumbestäuben .....	159	4.5.2.1	Bemaßung .....	190
3.5.6	Beschichten aus dem ionisierten Zustand .....	159	4.5.2.2	Toleranzen .....	191
3.5.6.1	Galvanisches Beschichten .....	159	4.5.2.3	Form- und Lagetoleranzen .....	191
3.5.6.2	Chemisches Beschichten .....	160	4.5.2.4	Passungen .....	192
			4.5.2.5	Symbole, Zeichen und Texte .....	193
<b>3.6</b>	<b>Stoffeigenschaften ändern .....</b>	<b>163</b>	4.5.3	Oberflächen .....	194
3.6.1	Verfestigen durch Umformen .....	164	4.5.3.1	Oberflächensymbole .....	194
3.6.2	Wärmebehandeln (DIN EN 10052) .....	166	4.5.3.2	Oberflächengüte .....	194
3.6.2.1	Glühen .....	166	<b>4.6</b>	<b>Machbarkeit .....</b>	<b>196</b>
3.6.2.2	Härten .....	166	4.6.1	Größenordnungen .....	197
3.6.2.3	Isothermisches Umwandeln .....	170	4.6.2	Erreichbare Qualitäten .....	197
3.6.2.4	Anlassen, Auslagern .....	171	<b>4.7</b>	<b>Vorgehensweise und Glossar für das Zeichnungslesen .....</b>	<b>199</b>
3.6.2.5	Vergüten .....	171	<b>5</b>	<b>Prozessabläufe .....</b>	<b>203</b>
3.6.2.6	Tiefkühlen .....	171	5.1	Übersicht Prozessabläufe .....	203
3.6.2.7	Thermochemisches Behandeln .....	171	5.2	Produktionsvarianten von Wellen .....	203
3.6.2.8	Aushärten .....	172	5.3	Gelenkbauteile .....	207
3.6.3	Thermomechanisches Behandeln .....	173	5.4	Montage .....	209
3.6.4	Sintern, Brennen .....	173	5.5	Fertigungssystem .....	209
3.6.5	Magnetisieren .....	173	5.6	Rohrfertigung .....	209
3.6.6	Bestrahlen .....	173	5.7	Blechbearbeitung .....	210
3.6.7	Photochemische Verfahren .....	174	5.8	Herstellung eines Bohrers .....	210
			5.9	Prozesskosten .....	210
<b>4</b>	<b>Qualitätssicherung .....</b>	<b>175</b>	5.10	Entscheidungskriterien .....	213
4.1	Qualitätsmanagement .....	175	<b>Weiterführende Literatur .....</b>	<b>215</b>	
4.2	Qualitätsmethoden .....	176	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>217</b>	
4.3	Messtechnologie .....	178			
4.3.1	Prüf- und Messmittel .....	179			
4.3.1.1	Prüfmittel .....	179			
4.3.1.2	Messmittel .....	181			
4.4	Prozessqualifizierung .....	183			
4.4.1	Prozessfähigkeiten - PFU, MFU .....	184			
4.4.2	Prozessfähigkeiten - SPC .....	184			
4.5	Konstruktion .....	186			
4.5.1	3D-Modell und Zeichnungen .....	186			
4.5.1.1	3D-Modell .....	188			