

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen zur Fertigungstechnik	1
1.1 Produktion als Wertschöpfungsprozess.....	1
1.2 Strategien der Produktion.....	2
1.3 Elemente des Produktionsprozesses.....	3
1.4 Produktlebenszyklusmanagement.....	5
1.5 Einteilung der Fertigungsverfahren.....	6
1.6 Grundlagen zur Lasertechnik.....	10
2 Qualitätsmerkmale gefertigter Teile	13
2.1 Grundlagen und Normen.....	14
2.1.1 Geometrische Produktspezifikation.....	15
2.2 Maße, Toleranzen und Passungen für Längenmaße.....	16
2.2.1 Maße und Abmaße.....	16
2.2.2 Toleranzsysteme.....	17
2.2.3 Passungsarten und Passsysteme.....	20
2.2.4 Passungsauswahl.....	20
2.3 Technische Oberflächen.....	22
2.3.1 Ordnungssystem für Gestaltabweichungen.....	22
2.3.2 Form- und Lagetoleranzen.....	23
2.3.3 Rauheit und Welligkeit von Oberflächen.....	25
2.4 Prüfungen und Prüfmittel.....	28
2.4.1 Nachweis der Übereinstimmung.....	28
2.4.2 Lehren, Messzeuge und Messgeräte.....	29
2.4.3 Koordinatenmessgeräte.....	30
2.4.4 Sichtprüfungen.....	31
2.4.5 Prüfplanung.....	32
2.4.6 Prüfmittelüberwachung.....	33
2.5 Qualitätsmanagement.....	36
2.5.1 Qualitätsmanagementsysteme.....	36
2.5.2 Qualitätsregelkreise.....	37
3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen bei der Auswahl von Fertigungsverfahren	39
3.1 Technologischer Variantenvergleich.....	40

3.2	Bewertungsmethoden beim Variantenvergleich.....	41
3.2.1	Kostenrechnung und Kalkulation	41
3.2.2	Wirtschaftlichkeitsrechnung	44
4	Werkstoffe.....	51
4.1	Metallische Werkstoffe	51
4.1.1	Eisenwerkstoffe	54
4.1.2	Nichteisenmetalle	55
4.2	Nichtmetallische Werkstoffe.....	59
4.2.1	Kunststoffe	60
4.2.2	Keramische Werkstoffe	66
4.2.3	Verbundwerkstoffe	68
4.2.4	Nachwachsende Rohstoffe	71
5	Fertigungsverfahren am Beispiel metallischer Werkstoffe.....	80
5.1	Urformen.....	80
5.1.1	Urformen aus dem flüssigen Zustand	80
5.1.1.1	Gießen mit verlorenen Formen	82
5.1.1.2	Gießen mit Dauerformen	89
5.1.2	Urformen aus dem ionisierten Zustand	94
5.1.3	Urformen aus dem körnigen oder pulverförmigen Zustand	95
5.1.3.1	Sintern	95
5.1.3.2	Selektives Lasersintern (SLS)	97
5.2	Umformen	99
5.2.1	Druckumformen	100
5.2.1.1	Walzen	100
5.2.1.2	Gesenkformen	104
5.2.1.3	Eindrücken	106
5.2.1.4	Durchdrücken	106
5.2.1.5	Thixoforming	109
5.2.2	Zugdruckumformen	110
5.2.2.1	Durchziehen	110
5.2.2.2	Tiefziehen	111
5.2.2.3	Drücken	113
5.2.2.4	Innenhochdruckumformen	114
5.2.3	Zugumformen	115
5.2.3.1	Streckziehen	115
5.2.3.2	Hohlprägen	115
5.3	Trennen	116
5.3.1	Zerteilen	116
5.3.1.1	Einfaches Scherschneiden	116
5.3.1.2	Sonderverfahren des Scherschneidens	118
5.3.2	Spanen mit geometrisch bestimmten Schneiden	120
5.3.2.1	Drehen	125
5.3.2.2	Bohren, Senken, Reiben	127

	5.3.2.3	Fräsen	128
	5.3.2.4	Räumen	130
	5.3.2.5	Hochleistungszerspanung	132
5.3.3		Spanen mit geometrisch unbestimmten Schneiden	133
	5.3.3.1	Schleifen	133
	5.3.3.2	Honen	135
	5.3.3.3	Läppen	136
	5.3.3.4	Strahlspanen	139
5.3.4		Abtragen	141
	5.3.4.1	Thermisches Abtragen	141
	5.3.4.2	Abtragen mit Elektronenstrahlen	143
	5.3.4.3	Chemisches Abtragen.	144
	5.3.4.4	Elektrochemisches Abtragen	146
5.4		Fügen.....	146
	5.4.1	Schweißen	146
	5.4.1.1	Pressschweißen	148
	5.4.1.2	Schmelzschweißen	152
	5.4.2	Löten	159
	5.4.2.1	Bleifreie Lote	160
	5.4.3	Umformtechnisches Fügen	161
	5.4.3.1	Blindnieten	162
	5.4.3.2	Stanznieten	163
	5.4.3.3	Durchsetzfügen	164
	5.4.3.4	Falzen	165
	5.4.4	Kleben	166
5.5		Beschichten	167
	5.5.1	Beanspruchungsarten und Eigenschaften technischer Oberflächen	167
	5.5.2	Lage der Beschichtung in der Wertschöpfungskette	168
	5.5.3	Vorbehandlung	170
	5.5.4	Einteilung	172
	5.5.4.1	Beschichten aus dem gas- oder dampfförmigen Zustand	172
	5.5.4.2	Beschichten aus dem flüssigen, breiigen oder pastenförmigen Zustand	176
	5.5.4.3	Beschichten aus dem ionisierten Zustand	187
	5.5.4.4	Beschichten aus dem festen Zustand	192
5.6		Stoffeigenschaftändern.....	193
	5.6.1	Grundlagen der Wärmebehandlung von Stahlwerkstoffen	193
	5.6.2	Thermische Wärmebehandlungsverfahren von Stahlwerkstoffen	195
	5.6.2.1	Glühen	195
	5.6.2.2	Härten und Vergüten	196
	5.6.3	Thermochemische Wärmebehandlungsverfahren von Stahlwerkstoffen	200
	5.6.3.1	Eindiffusion von Nichtmetallen	200
	5.6.3.2	Eindiffusion von Metallen	201
	5.6.4	Wärmebehandlung von Eisen-Gusswerkstoffen.	201
	5.6.5	Wärmebehandlung von NE-Metallen	202

6	Bearbeitung von Kunststoffen	203
6.1	Urformen	203
6.1.1	Extrudieren	203
6.1.2	Blasformen	207
6.1.3	Spritzgießen	208
6.1.4	Pressen	209
6.1.5	Schäumen	210
6.1.6	Stereolithographie	210
6.1.7	Urformen faserverstärkter Formteile	211
6.2	Umformen	212
6.3	Trennen	213
6.4	Fügen.....	214
6.4.1	Schweißen	215
6.4.2	Kleben	216
6.5	Beschichten	217
7	Besonderheiten der Keramikbearbeitung	218
7.1	Urformen	218
7.2	Trennen	224
7.2.1	Spanen mit geometrisch unbestimmten Schneiden	225
7.2.1.1	Schleifen	225
7.2.2	Thermisches Abtragen	226
8	Bearbeitung nachwachsender Rohstoffe.....	227
8.1	Herstellung von Spanplatten	227
8.1.1	Rohstoffe	227
8.1.2	Fertigungsprozess	227
8.2	Pultrusion von Matrixverbundwerkstoffen aus Naturfasern.....	231
8.3	Holzbearbeitung	232
8.3.1	Grundlagen der Zerspanung von Holz	232
8.3.2	Spanen mit geometrisch bestimmten Schneiden	235
8.3.2.1	Sägen	235
8.3.2.2	Fräsen	236
8.3.2.3	Bohren	237
9	Reinstproduktion am Beispiel elektronischer Halbleiterbauelemente.....	238
9.1	Produktion unter reinen Bedingungen.....	238
9.2	Reinraumtechnik	238
9.2.1	Grundlagen	239
9.2.2	Reinraumklassen	239
9.2.3	Verschiedene Reinraumkonzepte	240
9.2.4	Kontaminationsarten	241

9.3	Grundlagen der Halbleitertechnologie.....	242
9.3.1	Halbleiter-Diode	243
9.3.2	Feldeffekt-Transistor	244
9.4	Herstellung eines Halbleiterchips.....	245
9.4.1	Notwendige Prozessschritte	245
9.4.1.1	Herstellung von einkristallinen Siliziumscheiben	245
9.4.1.2	Oxidation	246
9.4.1.3	Lithographie	247
9.4.1.4	Ionenimplantation	249
9.4.1.5	Diffusion	249
9.4.1.6	Beschichten mittels CVD-Verfahren	250
9.4.1.7	Metallisierung durch physikalische Vakuumbeschichtung	250
9.4.1.8	Chemisch-mechanisches Polieren	251
9.4.1.9	Scheibenreinigung	251
9.4.2	3D-Chip-Technologie	252
10	Rapid Prototyping	253
10.1	Prinzip und Prozesskette des Rapid Prototyping	253
10.2	Industriell eingesetzte Verfahren des Rapid Prototyping	256
10.3	Folgetechnologie Rapid Tooling	256
11	Recycling.....	258
11.1	Recycling in den Ingenieurwissenschaften.....	258
11.1.1	Herausforderungen und Dimensionen der Aufgabe „Stoffkreisläufe“ in der Fertigungstechnik	259
11.2	Begriffe und Gliederungen.....	259
11.2.1	Recycling-Kreislaufarten im Produktlebenszyklus	260
11.2.2	Recycling-Behandlungsprozesse	263
11.2.3	Recyclingformen	264
11.2.4	Gemeinsamkeiten von Produktion und „Deproduktion“	264
11.3	Produktgestaltung für Stoffkreisläufe.....	267
11.3.1	Produktionsabfallvermindernde Produktgestaltung	267
11.4	Recyclingverfahren für Produkte aus Metallen und Kunststoffen.....	271
	Literaturverzeichnis.....	276
	Normen und Richtlinien.....	281
	Stichwortverzeichnis	283