

Inhalt

Vorwort zum Lehrbuch „Spanende Fertigung“	V
Vorwort	VII
Inhalt	IX
1 Grundlagen der Zerspanung	1
1.1 Schneidkeilgeometrie am Beispiel Drehen.....	1
1.1.1 Schneiden, Flächen und Ecken.....	1
1.1.2 Bezugsebenen.....	2
1.1.3 Werkzeugwinkel.....	3
1.1.4 Wahl der Werkzeugwinkel.....	4
1.1.5 Fragen – Übungen.....	8
1.2 Spanbildungsvorgang.....	8
1.2.1 Fragen – Übungen.....	10
1.3 Spanarten und Spanformen.....	10
1.3.1 Spanarten.....	10
1.3.2 Spanformen.....	11
1.3.3 Fragen – Übungen.....	13
1.4 Spanungs- und Schnittgrößen am Beispiel Drehen.....	13
1.4.1 Fragen – Übungen.....	14
1.5 Beanspruchungen beim Spanen.....	15
1.5.1 Mechanische Beanspruchung.....	15
1.5.2 Thermische Beanspruchung.....	23
1.5.3 Chemische Beanspruchung.....	24
1.5.4 Fragen – Übungen.....	25
1.6 Schneidstoffe.....	26
1.6.1 Anforderungen an Schneidstoffe.....	26
1.6.2 Einteilung der Schneidstoffe.....	28
1.6.3 Werkzeugstähle.....	29
1.6.4 Schnellarbeitsstahl.....	30
1.6.5 Hartmetalle.....	31
1.6.6 Cermets.....	34

1.6.7	Schneidkeramiken/Keramiken	35
1.6.8	Diamant.....	38
1.6.9	Bornitrid.....	40
1.6.10	Fragen – Übungen.....	41
1.7	Werkzeugverschleiß.....	42
1.7.1	Verschleißmechanismen und Verschleißarten	42
1.7.2	Standvermögen.....	47
1.7.3	Fragen – Übungen.....	52
1.8	Kühlschmierstoffe.....	53
1.8.1	Aufgaben und Einteilung	53
1.8.2	Probleme beim Umgang mit Kühlschmierstoffen.....	55
1.8.3	Pflege und Kontrolle der Kühlschmierstoffe.....	57
1.8.4	Entwicklungstendenzen bei Kühlschmierstoffen	57
1.8.5	Fragen – Übungen.....	58
1.9	Zerspanbarkeit/Bearbeitbarkeit von Werkstoffen	58
1.9.1	Einflussgrößen auf die Zerspanbarkeit.....	59
1.9.2	Zerspanbarkeit von Eisenwerkstoffen	60
1.9.3	Zerspanbarkeit von Eisen-Gusswerkstoffen.....	63
1.9.4	Zerspanbarkeit von Aluminiumlegierungen.....	65
1.9.5	Fragen – Übungen.....	66
2	Drehen	67
2.1	Drehverfahren	67
2.1.1	Plandrehen.....	68
2.1.2	Runddrehen	69
2.1.3	Schraubdrehen.....	70
2.1.4	Profildrehen.....	71
2.1.5	Formdrehen	72
2.1.6	Beispiel-Werkstück.....	72
2.1.7	Fragen – Übungen – Beispiel.....	73
2.2	Anwendungen – Beispiele.....	74
2.3	Schneidengeometrie und Spanbildung	75
2.3.1	Fragen – Übungen.....	75
2.4	Drehwerkzeuge	75
2.4.1	Werkzeuge für die Außenbearbeitung.....	76
2.4.2	Beispiel-Werkstück Außenbearbeitung: Drehverfahren und -werkzeuge.....	81
2.4.3	Werkzeuge für die Innenbearbeitung	89
2.4.4	Beispiel-Werkstück Innenbearbeitung: Drehverfahren und -werkzeuge	92
2.4.5	Richtlinien zur Werkzeugauswahl	96
2.4.6	Fragen – Übungen – Beispiel.....	97

2.5	Spannmittel für Werkzeuge und Werkstücke	99
2.5.1	Spannmittel für Werkzeuge/Werkzeughalter	99
2.5.2	Spannmittel für Werkstücke	102
2.5.3	Richtlinien für die Auswahl der Werkstück-Spannmittel	110
2.5.4	Beispiel-Werkstück	110
2.5.5	Fragen – Übungen – Beispiel	112
2.6	Oberflächengüte	113
2.6.1	Fragen – Übungen	114
2.7	Technologie und Anwendungsbeispiele	114
2.7.1	Allgemeine Kriterien zur Technologieauswahl	114
2.7.2	Technologie beim Längs-, Plan- und Formdrehen	116
2.7.3	Beispiel-Werkstück	121
2.7.4	Technologie beim Ein- und Abstechen	123
2.7.5	Beispiel-Werkstück	124
2.7.6	Technologie beim Gewindedrehen	125
2.7.7	Beispiel-Werkstück	126
2.7.8	Hartbearbeitung/Hartdrehen	127
2.7.9	Fragen – Übungen – Beispiel	129
2.8	Kräfte- und Leistungsermittlung	130
2.8.1	Ermittlung der Beziehungen	130
2.8.2	Beispiel-Werkstück	130
2.8.3	Fragen – Übungen – Beispiel	132
2.9	Ermittlung der Wege und Zeiten	132
2.9.1	Ermittlung der Beziehungen	133
2.9.2	Beispiel	135
2.10	Gestaltungshinweise	137
2.10.1	Werkstückeinspannung	137
2.10.2	Werkstückform	139
2.10.3	Fragen – Übungen – Beispiel	141
2.11	Fehler und deren Behebung	142
2.11.1	Werkzeugprobleme und deren Behebung	142
2.11.2	Werkstückprobleme und deren Behebung	143
2.11.3	Fragen – Übungen – Beispiel	144
3	Bohren, Senken und Reiben	145
3.1	Bohrverfahren	146
3.1.1	Plansenken	147
3.1.2	Rundbohrverfahren	147
3.1.3	Schraubbohren/Gewindebohren	148
3.1.4	Profilbohren	148
3.1.5	Beispiel-Werkstück	149
3.1.6	Fragen – Übungen – Beispiel	150

3.2	Anwendungen und Beispiele.....	151
3.3	Schneidengeometrie und Spanbildung	152
3.3.1	Schneidengeometrie	152
3.3.2	Spanbildung beim Bohren.....	154
3.3.3	Spanungs- und Schnittgrößen beim Bohren ins Volle	155
3.3.4	Spanungs- und Schnittgrößen beim Aufbohren, Reiben und Senken.....	156
3.3.5	Spanungsgrößen beim Gewindebohren.....	157
3.3.6	Fragen – Übungen – Beispiel.....	158
3.4	Bohrwerkzeuge	159
3.4.1	Bohrwerkzeuge für das Bohren/Rundbohren ins Volle.....	160
3.4.2	Bohrwerkzeuge für das Kernbohren	168
3.4.3	Bohrwerkzeuge für das Aufbohren	169
3.4.4	Reibwerkzeuge.....	170
3.4.5	Gewindebohrer.....	173
3.4.6	Senker	175
3.4.7	Zentrierbohrer/NC-Anbohrer	177
3.4.8	Beispiel-Werkstück.....	177
3.4.9	Fragen – Übungen – Beispiel.....	179
3.5	Spannmittel für Werkzeuge und Werkstücke.....	180
3.5.1	Spannmittel für Werkzeuge.....	181
3.5.2	Spannmittel für Werkstücke.....	184
3.5.3	Beispiel-Werkstück.....	186
3.5.4	Fragen – Übungen – Beispiel.....	187
3.6	Genauigkeit und Oberflächengüte.....	188
3.6.1	Maß- und Formgenauigkeit.....	188
3.6.2	Oberflächengüte	190
3.6.3	Fragen – Übungen.....	191
3.7	Technologie und Anwendungsbeispiele.....	191
3.7.1	Bohren ins Volle und Aufbohren	191
3.7.2	Reiben	194
3.7.3	Gewindebohren	195
3.7.4	Senken.....	196
3.7.5	Hochgeschwindigkeitsbohren	197
3.7.6	Hartbohren	200
3.7.7	Beispiel-Werkstück.....	201
3.7.8	Fragen – Übungen – Beispiel.....	202
3.8	Ermittlung der Kräfte und Leistung	204
3.8.1	Ermittlung der Kräfte und Leistung beim Bohren ins Volle	204
3.8.2	Ermittlung der Kräfte und Leistung beim Aufbohren, Senken und Reiben	206
3.8.3	Beispiel-Werkstück.....	208
3.8.4	Fragen – Übungen – Beispiel.....	210

3.9	Ermittlung der Wege und Zeiten	211
3.9.1	Ermittlung der Wege und Zeiten beim Bohren ins Volle	211
3.9.2	Ermittlung der Wege und Zeiten beim Aufbohren	214
3.10	Gestaltungshinweise beim Bohren	216
3.10.1	Fragen – Übungen – Beispiele	219
3.11	Fehler und deren Behebung	220
3.11.1	Werkzeugprobleme und deren Behebung	220
3.11.2	Werkstückprobleme und deren Behebung	222
3.11.3	Fragen – Übungen – Beispiele	223
4	Fräsen	225
4.1	Fräsverfahren	226
4.1.2	Planfräsen	228
4.1.3	Rundfräsverfahren	229
4.1.4	Schraubfräsen	230
4.1.5	Wälzfräsen	230
4.1.6	Profilfräsen	231
4.1.7	Formfräsen	231
4.1.8	Beispiel-Werkstück-1	232
4.1.9	Beispiel-Werkstück-2	233
4.1.10	Fragen – Übungen – Beispiel	234
4.2	Anwendungen-Beispiel	235
4.3	Schneidengeometrie und Spanbildung	236
4.3.1	Schneidengeometrie	236
4.3.2	Spanbildung beim Fräsen	237
4.3.3	Eingriffs-, Spanungs- und Schnittgrößen beim Walzenfräsen	238
4.3.4	Eingriffs-, Spanungs- und Schnittgrößen beim Stirnfräsen	240
4.3.5	Optimales Stirnfräsen	243
4.3.6	Fragen – Übungen – Beispiel	248
4.4	Fräswerkzeuge	249
4.4.1	Fräsköpfe/Plan- und Eckfräsköpfe	250
4.4.2	Walzen- und Walzenstirnfräser	253
4.4.3	Winkel- und Winkelstirnfräser	255
4.4.4	Scheibenfräser/Nutenfräser	257
4.4.5	Prismenfräser	260
4.4.6	Rundprofilfräser/Kreisprofilfräser	260
4.4.7	Schaftfräser	261
4.4.8	Kopier-/Gesenkfräser	263
4.4.9	T-Nutenfräser/Schlitzfräser	265
4.4.10	Winkel- und Winkelstirn-Schaftfräser	266
4.4.11	Gewinde-Schaftfräser/Kurzgewindefräser	267
4.4.12	Frässtifte	268

4.4.13	Wälzfräser	269
4.4.14	Beispiel-Werkstück-2.....	271
4.4.15	Fragen – Übungen – Beispiel.....	272
4.5	Spannmittel für Werkzeuge und Werkstücke.....	274
4.5.1	Spannmittel für Werkzeuge.....	274
4.5.2	Spannmittel für Werkstücke.....	278
4.5.3	Beispiel-Werkstück-2.....	280
4.5.4	Fragen – Übungen – Beispiel	281
4.6	Oberflächengüte und Formgenauigkeit	282
4.6.1	Einflussgrößen auf die Oberflächengüte	282
4.6.2	Werkzeugabhängige Maßnahmen zur Verbesserung der Oberflächengüte.....	284
4.6.3	Spindelsturz.....	286
4.6.4	Fragen – Übungen – Beispiel	287
4.7	Anwendungsbeispiele und Technologie.....	287
4.7.1	Technologie beim Plan- und Eckfräsen.....	288
4.7.2	Technologie beim Scheiben- und Nutenfräsen	290
4.7.3	Technologie beim Schaftfräsen.....	291
4.7.4	Beispiel-Werkstück-2.....	294
4.7.5	Hochgeschwindigkeitsfräsen.....	296
4.7.6	Hartfräsen.....	303
4.7.7	Fragen – Übungen – Beispiel.....	305
4.8	Ermittlung der Kräfte und Leistung	306
4.8.1	Ermittlung der Kräfte und Leistung beim Umfangsfräsen	306
4.8.2	Ermittlung der Kräfte und Leistung beim Stirnfräsen	309
4.8.3	Beispiel-Werkstück	311
4.8.4	Übung – Beispiel.....	313
4.9	Ermittlung der Wege und Zeiten.....	314
4.9.1	Ermittlung der Wege und Zeiten beim Umfangsfräsen.....	314
4.9.2	Ermittlung der Wege und Zeiten beim Stirnfräsen.....	315
4.9.3	Beispiel-Werkstück	317
4.10	Gestaltungshinweise beim Fräsen	318
4.10.1	Fragen – Übungen – Beispiel.....	321
4.11	Fehler und deren Behebung	322
5	Räumen	323
5.1	Räumverfahren.....	323
5.1.1	Plan- oder Flachräumen	325
5.1.2	Rundräumen.....	325
5.1.3	Schraubräumen.....	325
5.1.4	Profilräumen.....	326
5.1.5	Formräumen	326

5.1.6	Fragen – Übungen – Beispiel	327
5.2	Anwendungen – Beispiele.....	328
5.3	Schneidengeometrie und Spanbildung	329
5.3.1	Schneidengeometrie	329
5.3.2	Spanbildung.....	330
5.3.3	Spanungs- und Schnittgrößen.....	331
5.3.4	Teilung	331
5.3.5	Staffelung	332
5.3.6	Fragen – Übungen – Beispiel	333
5.4	Räumwerkzeuge	334
5.4.1	Aufbau und Ausführungen von Räumwerkzeugen.....	334
5.4.2	Fragen – Übungen – Beispiel	337
5.5	Spannmittel für Werkzeuge und Werkstücke.....	337
5.5.1	Fragen – Übungen – Beispiel	338
5.6	Genauigkeit und Oberflächengüte.....	339
5.6.1	Fragen – Übungen – Beispiel	340
5.7	Technologie und Anwendungsbeispiele.....	340
5.7.1	Technologie beim Außen- und Innenräumen	340
5.7.2	Anwendungsbeispiele.....	341
5.7.3	Fragen – Übungen – Beispiel	344
5.8	Kräfte- und Leistungsermittlung	344
5.8.1	Beispiel-Werkstück	345
5.8.2	Fragen – Übungen – Beispiel	347
5.9	Ermittlung der Wege und Zeiten	347
5.10	Gestaltungshinweise beim Räumen.....	348
5.10.1	Fragen – Übungen	350
6	Schleifen mit rotierendem Werkzeug/Schleifen	351
6.1	Schleifverfahren	352
6.1.1	Gleich- und Gegenlaufschleifen	353
6.1.2	Pendel- und Tiefschleifen.....	353
6.1.3	Planschleifen/Flachschleifen	354
6.1.4	Rundschleifen.....	355
6.1.5	Gewindeschleifen/Schraubschleifen.....	357
6.1.6	Wälzschleifen	358
6.1.7	Profilschleifen	359
6.1.8	Formschleifen.....	360
6.1.9	Beispiel-Werkstück	361
6.1.10	Fragen – Übungen – Beispiel	362
6.2	Anwendungen – Beispiele.....	364

6.3	Schneidengeometrie und Spanbildung	366
6.3.1	Schneidengeometrie	366
6.3.2	Spanbildung	366
6.3.3	Kinematische Grundlagen beim Schleifen	367
6.3.4	Kenngrößen beim Schleifen	368
6.3.5	Eingriffs-, Spanungs- und Schnittgrößen beim Planschleifen	370
6.3.6	Eingriffs-, Spanungs- und Schnittgrößen beim Rundschleifen	371
6.3.7	Fragen – Übungen – Beispiel	373
6.4	Schleifwerkzeuge/Schleifscheiben	374
6.4.1	Aufbau und Zusammensetzung von Schleifwerkzeugen	374
6.4.2	Schleifmittel/Schleifkorn	376
6.4.3	Bindungen	381
6.4.4	Formen von Schleifwerkzeugen	385
6.4.5	Spezifikation von Schleifscheiben	387
6.4.6	Profilieren, Abrichten und Unwucht	387
6.4.7	Beispiel-Werkstück	392
6.4.8	Fragen – Übungen – Beispiel	393
6.5	Spannmittel für Werkzeuge und Werkstücke	395
6.5.1	Spannmittel für Schleifwerkzeuge	395
6.5.2	Spannmittel für Werkstücke	397
6.5.3	Sicherheitsvorkehrungen/Unfallverhütung	400
6.5.4	Beispiel-Werkstück	401
6.5.5	Fragen – Übungen – Beispiel	402
6.6	Oberflächen- und Formbeeinflussung	402
6.6.1	Oberflächengüte	402
6.6.2	Form- und Maßgenauigkeit	408
6.6.3	Randzonenbeeinflussung	410
6.6.4	Fragen – Übungen	413
6.7	Technologie und Anwendungsbeispiele	414
6.7.1	Verschleißarten	414
6.7.2	Verschleißformen	415
6.7.3	Verschleißkenngrößen	415
6.7.4	Technologie	416
6.7.5	Tiefschleifen	421
6.7.6	Trennschleifen	424
6.7.7	Hochgeschwindigkeitsschleifen/Hochleistungsschleifen	425
6.7.8	Beispiel-Werkstück	425
6.7.9	Fragen – Übungen – Beispiel	427
6.8	Kräfte- und Leistungsermittlung	428
6.8.1	Ermittlung der Beziehungen	428
6.8.2	Beispiel-Werkstück Außenrund-Querschleifen	430
6.8.3	Beispiel	432

6.9	Ermittlung der Zeiten und Wege	432
6.10	Gestaltungshinweise	432
6.10.1	Fragen – Übungen	435
6.11	Fehler und deren Behebung	436
6.11.1	Fragen – Übungen	437
7	Honen	439
7.1	Honverfahren und Kinematik	439
7.1.1	Einteilung der Honverfahren	439
7.1.2	Kinematik	441
7.1.3	Fragen – Übungen	443
7.2	Einsatzgebiete und Beispiele	444
7.2.1	Einsatzgebiete des Langhubhonens	445
7.2.2	Beispiele für das Langhubhonens	445
7.2.3	Einsatzgebiete des Kurzhubhonens	446
7.2.4	Beispiele für das Kurzhubhonens	447
7.3	Schneidengeometrie und Spanbildung	447
7.3.1	Spanbildung	447
7.3.2	Schneidengeometrie	448
7.3.3	Fragen – Übungen	448
7.4	Honwerkzeuge	448
7.4.1	Gefügebau von Honleisten/Honsteinen	449
7.4.2	Spezifikation	450
7.4.3	Werkzeuge für das Langhubhonens	451
7.4.4	Werkzeuge für das Kurzhubhonens	453
7.4.5	Fragen – Übungen – Beispiel	454
7.5	Technologie und Anwendungen	455
7.5.1	Technologie	456
7.5.2	Beispiel	459
7.5.3	Fragen – Übungen	460
7.6	Formgenauigkeit und Oberflächengüte	461
7.6.1	Form- und Maßgenauigkeit	461
7.6.2	Oberflächengüte	467
7.6.3	Plateauhonen	470
7.6.4	Fragen – Übungen	471
	Formelzeichen und Abkürzungen	473
	Literaturverzeichnis	481
	Sachwortverzeichnis	487

