

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
Formelzeichen	3
A Drehen	9
<hr/>	
1 Drehwerkzeuge	9
1.1 Schneidstoffe	9
1.1.1 Unlegierter und niedrig legierter Werkzeugstahl	11
1.1.2 Schnellarbeitsstahl	11
1.1.3 Hartmetall	12
1.1.4 Schneidkeramik	14
1.1.5 Diamant	15
1.1.6 Polykristalline Mehrschichtschneidstoffe	15
1.2 Schneidenform	16
1.2.1 Bezeichnungen	16
1.2.2 Negative Spanwinkel	18
1.2.3 Wendeschneidplatten	19
1.2.4 Oberflächengüte der Schneidenflächen	23
1.3 Werkzeugform	23
1.3.1 Drehmeißel aus Schnellarbeitsstahl	23
1.3.2 Drehmeißel mit Hartmetallschneiden	23
1.3.3 Klemmhalter	25
1.3.4 Formdrehmeißel	25
2 Werkstück	29
2.1 Werkstoff	30
2.2 Werkstückspannung	32
2.2.1 Radiale Lagebestimmung	32
2.2.2 Axiale Lagebestimmung	33
2.2.3 Übertragung der Drehmomente und Kräfte	34
2.3 Werkstückgestalt	34
2.3.1 Grobgestalt	34
2.3.2 Feingestalt	35
2.3.3 Mikrogestalt	37
3 Bewegungen	39
3.1 Bewegungsrichtung	39
3.2 Aus der Vorschubrichtung abgeleitete Drehverfahren	39
3.3 Schnitt- und Zerspanungsgrößen	41

4 Kräfte an der Schneide	42
4.1 Zerspankraftkomponenten	42
4.2 Entstehung der Zerspankraft und Spangeometrie	44
4.3 Berechnung der Schnittkraft	47
4.3.1 Spanungsquerschnitt und spezifische Schnittkraft	47
4.3.2 Einfluß des Werkstoffes	51
4.3.3 Einfluß der Spanungsdicke	52
4.3.4 Einfluß der Schneidengeometrie	52
4.3.5 Einfluß des Schneidstoffes	54
4.3.6 Einfluß der Schnittgeschwindigkeit	54
4.3.7 Einfluß der Werkstückform	55
4.3.8 Einfluß der Werkzeugstumpfung	56
4.3.9 Weitere Einflüsse	57
4.4 Schneidkantenbelastung	57
4.5 Berechnung der Vorschubkraft	58
4.5.1 Einfluß der Spanungsdicke	58
4.5.2 Einfluß der Schneidengeometrie	59
4.5.3 Einfluß des Schneidstoffes	59
4.5.4 Einfluß der Schnittgeschwindigkeit	60
4.5.5 Stumpfung und weitere Einflüsse	60
4.6 Berechnung der Passivkraft	60
4.6.1 Einfluß der Schneidengeometrie	61
4.6.2 Stumpfung und weitere Einflüsse	61
5 Temperatur an der Schneide	62
5.1 Messen der Temperatur	62
5.2 Temperaturverlauf	63
5.3 Temperaturfeld und Wärmebilanz	64
5.4 Kühlschmiermittel	65
6 Verschleiß und Standzeit	65
6.1 Verschleißursachen	66
6.1.1 Reibungsverschleiß	66
6.1.2 Preßschweißverschleiß	66
6.1.3 Diffusionsverschleiß	67
6.1.4 Verformung der Schneidkante	68
6.2 Verschleißformen	68
6.2.1 Freiflächenverschleiß	68
6.2.2 Kolkverschleiß	69
6.2.3 Weitere Verschleißformen	69
6.3 Verschleißverlauf	70
6.3.1 Einfluß der Eingriffszeit	70
6.3.2 Einfluß der Schnittgeschwindigkeit	70
6.4 Standzeit	71
6.4.1 Definitionen	71

6.4.2 Einfluß der Schnittgeschwindigkeit	72
6.4.3 Weitere Einflüsse	74
7 Leistung und Spannungsvolumen	75
7.1 Leistungsberechnung	75
7.2 Spannungsvolumen	76
7.2.1 Zeitspannungsvolumen	76
7.2.2 Leistungsbezogenes Zeitspannungsvolumen	77
7.2.3 Spannungsvolumen je Werkstück	77
8 Wahl wirtschaftlicher Spanungsgrößen	78
8.1 Einfluß der Spanungsgrößen auf Kräfte, Verschleiß und Leistungsbedarf	78
8.2 Einfluß der Spanungsgrößen auf die Fertigungskosten	78
8.2.1 Einfluß der Spanungsbreite	80
8.2.2 Einfluß der Spanungsdicke	81
8.2.3 Einfluß der Schnittgeschwindigkeit	82
9 Drehen hochfester Werkstoffe	88
9.1 Einflußnahme auf das Werkzeug	89
9.2 Einflußnahme auf den zu zerspanenden Werkstoff	89
10 Berechnungsbeispiele	90
10.1 Scherwinkel	90
10.2 Längs-Runddrehen	91
10.3 Standzeitberechnung	92
10.4 Optimierung	93
B Hobeln und Stoßen	95
1 Werkzeuge	95
1.1 Werkzeugform	95
1.2 Schneidstoffe	96
1.3 Schneidengeometrie	97
2 Werkstücke	97
2.1 Werkstückformen	97
2.2 Werkstoffe	97
3 Bewegungen	97
3.1 Bewegungen in Schnittrichtung	97
3.2 Bewegungen in Vorschubrichtung	98
4 Kräfte und Leistung	99
4.1 Berechnung der Schnittkraft	99
4.2 Berechnung der Schnittleistung	100

5 Zeitspannungsvolumen	100
6 Berechnungsbeispiel	101
C Bohren, Senken, Reiben	102
<hr/>	
1 Abgrenzung	102
2 Werkzeuge	102
3 Spanungsgrößen	104
4 Standweg in Vorschubrichtung	106
5 Kräfte, Schnittmoment und Leistung	108
6 Anschliff der Bohrwerkzeuge	111
6.1 Anschliffgüte von Spiralbohrern	111
6.2 Korrigierende Schleifvorgänge an Spiralbohrern	112
7 Verlaufen der Bohrwerkzeuge	113
8 Berechnungsbeispiele	114
8.1 Bohren ins Volle	114
8.2 Aufbohren	116
D Fräsen	117
<hr/>	
1 Werkzeuge	117
1.1 Konstruktion und Ausführung der Werkzeuge	117
1.2 Nachschleifen der Fräswerkzeuge	120
2 Umfangfräsen	122
2.1 Gegenlauf	122
2.2 Gleichlauf	123
2.3 Schnittkraft	124
2.4 Schnittleistung	126
2.5 Zeitspannungsvolumen	126
3 Stirnfräsen	127
4 Berechnungsbeispiel	129

E Räumen	133
1 Werkzeuge	133
1.1 Schneidenzahl und Werkzeuglänge	134
1.2 Schnittaufteilung und Stafflung	135
1.3 Teilung	136
2 Spanungsgrößen	138
3 Kräfte und Leistung	139
4 Berechnungsbeispiel	139
F Schleifen	142
1 Schleifwerkzeuge	142
1.1 Formen der Schleifwerkzeuge	142
1.2 Bezeichnung nach DIN 69100	145
1.3 Schleifmittel	147
1.3.1 Korund	147
1.3.2 Siliziumkarbid	149
1.3.3 Kubisch kristallines Bornitrid	149
1.3.4 Diamant	150
1.4 Korngröße und Körnung	152
1.5 Bindung	153
1.6 Schleifscheibenaufspannung	155
1.7 Auswuchten von Schleifscheiben	156
1.7.1 Unwucht	156
1.7.2 Unwucht messen	157
1.7.3 Unwucht ausgleichen	157
2 Kinematik	158
2.1 Einteilung der Schleifverfahren in der Norm	158
2.2 Schnittgeschwindigkeit	159
2.3 Werkstückgeschwindigkeit beim Rundschleifen	161
2.4 Vorschub beim Querschleifen	162
2.5 Vorschub beim Schrägschleifen	165
2.6 Vorschub und Zustellung beim Längsschleifen	166
2.7 Bewegungen beim Spitzenlosschleifen	167
2.8 Bewegungen beim Umfangs-Planschleifen	168
2.9 Seitenschleifen	169
2.10 Tiefschleifen	171
2.11 Innen-Rundschleifen	172
2.12 Trennschleifen	173

3 Eingriffsverhältnisse	174
3.1 Vorgänge beim Eingriff des Schleifkornes	174
3.2 Eingriffswinkel	177
3.3 Kontaktlänge und Kontaktzone	180
3.4 Form des Eingriffsquerschnittes	180
3.5 Zahl der wirksamen Schleifkörner	183
4 Auswirkungen am Werkstück	186
4.1 Oberflächengüte	186
4.1.1 Wirkrautiefe	186
4.1.2 Werkstückrautiefe	186
4.1.3 Einflüsse auf die Werkstückrautiefe	187
4.2 Verfestigung und Verformungs-Eigenstressungen	190
4.2.1 Verfestigung	190
4.2.2 Eigenstressungen durch Werkstoffverformung	190
4.3 Erhitzung, Zugeigenstressungen und Schleifrisse	192
4.3.1 Erhitzung	192
4.3.2 Zugeigenstressungen und Schleifrisse	192
4.4 Gefügeveränderungen durch Erwärmung	194
4.5 Beeinflussung der Eigenstressungsentstehung	195
5 Spannungsvolumen	196
5.1 Spannungsvolumen pro Werkstück beim Längsschleifen	196
5.2 Spannungsvolumen pro Werkstück beim Querschleifen	196
5.3 Zeitspannungsvolumen	197
5.4 Bezogenes Zeitspannungsvolumen	197
5.5 Standvolumen und andere Standgrößen	198
5.6 Optimierung	199
5.6.1 Günstige Schleifbedingungen beim Grobschleifen	199
5.6.2 Günstige Schleifbedingungen beim Feinschleifen	200
6 Verschleiß	201
6.1 Absplittern und Abnutzung der Schleifkanten	201
6.2 Ausbrechen von Schleifkornen	202
6.3 Auswaschen der Bindung	203
6.4 Zusetzen der Spanräume	203
6.5 Verschleißvolumen und Verschleißkenngrößen	204
6.6 Wirkhärte	206
7 Abrichten	208
7.1 Ziele	208
7.2 Abrichten mit Einkorndiamant	209
7.3 Abrichten mit Diamant-Vielkornabrichter	210
7.4 Abrichten mit Diamantfliese	211
7.5 Abrichten mit Diamantrolle	211
7.6 Preßrollabrichten	213

8 Kräfte	213
8.1 Richtung und Größe der Kräfte	213
8.1.1 Kraftkomponenten	213
8.1.2 Einflüsse auf die Größe der Kraftkomponenten	214
8.1.3 Messen der Kraftkomponenten	215
8.1.4 Berechnen der Schleifkräfte	216
8.2 Leistungsberechnung	217
9 Schwingungen	218
10 Berechnungsbeispiele	219
10.1 Querschleifen	219
10.2 Außen-Längsrundschleifen	221
10.2 Innen-Längsrundschleifen	223
G Honen	226
1 Abgrenzung	226
2 Langhubhonen	227
2.1 Werkzeuge	227
2.1.1 Werkzeugform und Wirkungsweise	227
2.1.2 Schleifmittel für das Honen	229
2.2 Bewegungsablauf	230
2.2.1 Schnittbewegung	230
2.2.2 Axialhub und Hublage	231
2.2.3 Zustellung	233
2.3 Abtragsvorgang	235
2.4 Zerspankraft	236
2.5 Auswirkungen am Werkstück	237
2.5.1 Oberflächengüte	237
2.5.2 Formgenauigkeit	238
2.5.3 Blechmantel	239
2.6 Abtragsgrößen	240
2.6.1 Abtragungsgeschwindigkeit	240
2.6.2 Zeitspannungsvolumen	241
2.6.3 Honsteinverschleiß	242
3 Kurzhubhonen	243
3.1 Werkzeuge	243
3.1.1 Konstruktiver Aufbau	243
3.1.2 Schleifmittel, Korngröße und Bindung	243

3.2	Bewegungsablauf	245
3.2.1	Schnittbewegung	245
3.2.2	Vorschubbewegung	248
3.2.3	Anpressung	249
3.3	Kräfte	249
3.3.1	Zerspankraft	249
3.3.2	Stützkkräfte und Werkstückantrieb bei spitzenloser Bearbeitung	250
3.4	Abtragsvorgang	252
3.5	Auswirkungen am Werkstück	253
3.5.1	Oberflächengüte	253
3.5.2	Formgenauigkeit	253
3.5.3	Werkstoffverfestigung	254
3.6	Abtragsgrößen	255
4	Rotationshonen	255
4.1	Verfahrensbeschreibung	255
4.2	Werkstückformen	256
4.3	Bewegungsablauf	257
5	Bandhonen	258
5.1	Verfahrensbeschreibung	258
5.2	Bewegungsablauf	258
5.3	Werkzeuge	259
5.4	Werkstücke	259
5.5	Arbeitsergebnisse	259
6	Berechnungsbeispiele	260
6.1	Langhubhonen	260
6.2	Kräfte beim Honen	260
6.3	Kurzhubhonen	261
6.4	Abtrag und Verschleiß beim Kurzhubhonen	262
H	Läppen	264
1	Abgrenzung	264
2	Werkzeuge	264
2.1	Läppkorn	264
2.2	Werkzeugkörper	265
2.3	Läppflüssigkeiten	267
3	Läpparten	268

4 Zerspanungsgrößen	270
4.1 Geschwindigkeit	270
4.2 Anpreßdruck	271
5 Erreichbare Ergebnisse	271
5.1 Abtragsgeschwindigkeit	271
5.2 Oberflächengüte	272
5.3 Formgenauigkeit	272
Verzeichnis der erwähnten DIN-Normen	273
Schrifttum	278
Sachwortverzeichnis	282