

Herausgeber-Vorwort

Autorenvorwort

1	Entgraten – ein undefinierter Begriff mit undefiniertem Arbeitsinhalt?	1
	<i>Alfred Thilow</i>	
1.1	Verfahrenssteckbrief Gleitschleifen	3
1.2	Verfahrenssteckbrief Elektrochemisches und chemisches Badpolieren und Badentgraten	6
1.3	Verfahrenssteckbrief Elektrochemisches Formentgraten (ECM)	9
1.4	Verfahrenssteckbrief Thermische Entgratmethode (TEM)	12
1.5	Verfahrenssteckbrief Bürsten, Lamellenschleifen, Schleifen mit flexiblen Schleifscheiben	15
1.6	Verfahrenssteckbrief Fräsen	18
1.7	Verfahrenssteckbrief Druckfließlappen	21
1.8	Verfahrenssteckbrief Magnetabrasives Feinschleifen (MAF), Ultraschall (US)	24
1.9	Verfahrenssteckbrief Hochdruckwasserstrahlen	27
2	Grundlagen	30
	<i>Alfred Thilow, Friedrich Schäfer</i>	
2.1	Einleitung	30
2.2	Gratbildung	30
2.2.1	Gratbildung beim Bohren	35
2.2.2	Gratbildung beim Fräsen	37
2.2.2.1	Gleich- und Gegenlaufräsen	37
2.2.2.2	Gratbildung beim Nutenfräsen	38
2.2.2.3	Einfluss des Zahnvorschubes auf die Gratbildung beim Umfangsstirnfräsen im Gegenlauf	39
2.2.2.4	Einfluss der Schnitttiefe auf die Gratbildung beim Umfangsstirnfräsen ..	39
2.2.3	Einfluss des Kantenwinkels am Werkstück auf die Gratgröße	42
2.3	Neuer Denk- und Lösungsansatz zur Gratminimierung	44
2.3.1	Einflüsse auf die Verformungsfähigkeit des Werkstoffs	46
2.3.1.1	Werkstoff (Legierungsbestandteile)	46
2.3.1.2	Versprödung durch Härten oder Unterkühlen	46
2.3.1.3	Bearbeitungstemperatur	47
2.3.1.4	Kühlung, Schmierung	48
2.3.2	Einflüsse auf die Zerspankraftkomponenten	49
2.3.2.1	Vorschub und Spanungsdicke	50
2.3.2.2	Schnittgeschwindigkeit	51
2.3.2.3	Schnitttiefe	52
2.3.2.4	Schneidengeometrie	52

2.4	Einfluss des Kantenwinkels	53
2.5	Lösen von Entgratproblemen	54
2.5.1	Erfassung des Istzustandes (Werkstück mit Grat)	54
2.5.2	Messung von Gratgrößen und Messgrößen der Entgratqualität	55
2.5.3	Geforderte Entgratqualität	55
2.5.4	Bezeichnung der Kantenzustände (Entgratqualität) DIN ISO 13715	56
2.5.5	Leitfaden zur Lösung von Entgratproblemen	57
2.6	Ausblick: Computer-Simulation der Gratbildung	58

3 Grundlagen der Gleitschleiftechnik 61

Helmut Prüller

3.1	Einführung	61
3.2	Gleitschleif-Anlagen	63
3.2.1	Anlagen mit rotierender Schüttung	64
3.2.2	Anlagen mit vibrierender Schüttung	66
3.2.3	Anlagen mit ruhender Schüttung	69
3.2.4	Vergleich der Maschinentypen	70
3.3	Verfahrensmittel	72
3.3.1	Aufgabe der Schleifkörper	72
3.3.2	Aufgabe des Wassers	76
3.3.3	Aufgabe des Behandlungsmittels	76
3.4	Gleitschleiftechniken	78
3.4.1	Reinigen	78
3.4.2	Entfetten	78
3.4.3	Polieren	79
3.4.4	Beizen	79
3.4.5	Chemisches Glätten	80
3.5	Prozesswasserbehandlung	81
3.5.1	Gesetzliche Grundlagen für die Einleitung	81
3.5.2	Schadstoffbelastung	82
3.5.3	Reinigung zur Einleitung	83
3.5.4	Reinigung im Kreislauf	84
3.6	Geräuschemission und Schallschutz	87
3.7	Grenzen des Gleitschleifverfahrens	88
3.8	Zusammenfassung	89

4 Elektrochemisches und chemisches Badentgraten von Metalloberflächen 91

Siegfried Pießlinger-Schweiger

4.1	Einleitung	91
4.2	Verfahren	91
4.2.1	Wirkungsweise	92
4.2.2	Werkstoffe, Parameter, Anlagen	97
4.2.2.1	Werkstoffe	97
4.2.2.2	Parameter	97
4.2.2.3	Anlagen	99
4.3	Teilespektrum	100
4.4	Anwendungsbeispiele	100
4.5	Kosten und Umwelt	106

5	Elektrochemisches Formentgraten (ECM)	107
	<i>Alfred Thilow</i>	
5.1	Einleitung	107
5.2	Verfahren	107
5.3	Entgratvorrichtungen	110
5.4	Anlagentechnik	113
5.5	Vor- und Nachbehandlung	116
5.6	Anwendungsbeispiele	117
5.7	Umwelt	121
6	Thermische Entgratmethode (TEM)	122
	<i>Alfred Thilow</i>	
6.1	Einleitung	122
6.2	Verfahren	122
6.3	Entgratqualität	123
6.4	Anlagentechnik	129
6.5	Werkstückhandhabung	133
6.6	Vor- und Nachbehandlung	133
6.7	Gasversorgung	134
7	Sonderverfahren der Entgrattechnik	136
	<i>Klaus Przyklenk</i>	
7.1	Einleitung	136
7.2	Druckfließlappen	136
7.2.1	Einleitung	136
7.2.2	Verfahren	137
7.2.3	Das Schleifmedium Paste	140
7.2.4	Vorrichtungen	141
7.2.5	Anwendungsbeispiele	143
7.3	Magnetabrasives Feinschleifen	147
7.4	Hochdruckwasserstrahlen	152
7.5	Feinschleifen mit Ultraschall	164
8	Mechanisches Entgraten (allgemein)	168
	<i>Rainer Maier</i>	
9	Bürsten- Forschungsergebnisse zu einem alten Fertigungsverfahren	170
	<i>Klaus Przyklenk</i>	
9.1	Einleitung	170
9.2	Wie trägt die Bürste ab?	171
9.3	Wie verschleißt die Bürste?	171
9.4	Was bewirkt die Borste auf der Oberfläche?	173
9.5	Wie flexibel ist die Bürste?	173
9.6	Beeinflusst das Bürsten die Werkstückeigenschaften?	177
9.7	Wie arbeitet die Bürste optimal an Kanten?	178

10	Bürsten in der Praxis	182
	<i>Rainer Maier</i>	
10.1	Besatzarten und Werkstoffe von Bürsten und deren Arbeitsweise	182
10.1.1	Stahdrahtbesatz	183
10.1.2	Diamantierter Besatz	184
10.1.3	Schleifnylonbesatz	184
10.1.4	Naturborsten	185
10.2	Anordnung Bürstwerkzeuge. Zustellung	187
11	Fräsen, Schleifen, Feilen und sonstige Verfahren, Gratmessverfahren	192
	<i>Rainer Maier</i>	
11.1	Einleitung	192
11.2	Fräsen	192
11.2.1	Fräsen mit negativen Spanwinkel	193
11.2.2	Fräsen mit positiven Spanwinkel	193
11.3	Schleifen	193
11.4	Feilen	195
11.5	Hackentgraten	195
11.6	Abscheren	196
11.7	Messen von Graten	196
11.7.1	Optoelektronische Messung	197
11.7.2	Mikroskop, Endoskop, Durchlichtprojektor, Lichtlupe	197
11.7.3	Tastschnittverfahren	198
11.7.4	Konturograph	198
12	Maschinenbauarten – Problemlösungen	199
	<i>Rainer Maier, Alfred Thilow</i>	
12.1	Einleitung	199
12.2	Problemlösungen	199
12.2.1	Großserienteile mit komplexen Konturen	199
12.2.2	Kleinserienteile mit komplexen Konturen	199
12.2.3	Rotationssymmetrische Werkstücke	200
12.2.4	Rohr- und Profilen, (Sägeschnitte)	205
12.2.5	Flache Bleche (Brenn- Stanz- Laserschnitte)	209
12.2.6	Hinterschnitte	211
12.2.7	Bohrungsdurchbrüche und -kreuzungen	211

13	Entgraten mit Industrierobotern	214
	<i>Klaus Berger, Alfred Thilow</i>	
13.1	Einleitung	214
13.2	Methoden beim Entgraten mit IR	214
13.2.1	Werkstückhandhabung	214
13.2.2	Werkzeughandhabung	215
13.3	Werkzeuge zum Entgraten mit IR	216
13.3.1	Fräser	217
13.3.2	Senker	218
13.3.3	Bürsten	219
13.3.4	Weitere spanende Werkzeuge	220
13.4	Verfahren zum Entgraten mit Industrierobotern	220
13.4.1	Hochdruckwasserstrahl	220
13.4.2	Gleichschleifen	222
13.5	Anlagenkonzepte, Problemlösungen	223
13.5.1	Kleine bis mittelgroße Werkstücke	223
13.5.2	Große Großserienteile mit komplexen Konturen	225
13.5.3	Nfz-Achsschenkel	228
13.5.4	Gussputzen von Bauteilen aus Aluminium – Druckguss	228
13.5.5	Gussputzen von Bauteilen aus Aluminium – Kokillenguss	229
13.6	Planen von Roboter-Entgratanlagen	230
13.7	Praxiserfahrungen beim Entgraten mit IR	231
13.7.1	Wirtschaftlichkeit	231
13.7.2	Programmieren der IR	231
13.7.3	Flexibilität der IR	231
13.7.4	Zusammenfassung und Ausblick	232
13.8	Entgraten von Gusskonturen auf CNC-Maschinen	232
	Literaturverzeichnis	234
	Stichwortverzeichnis	237
	Autorenverzeichnis	242
	Zum Buch	243