

# Inhaltsverzeichnis

---

## Vorwort

<b>1</b>	<b>Entgraten – ein undefinierter Begriff mit undefiniertem Arbeitsinhalt?</b>	<b>1</b>
	Alfred.P.Thilow	
	Verfahrenssteckbriefe	3 – 29
<b>2</b>	<b>Grundlagen zur Lösung von Entgratproblemen</b>	<b>30</b>
	Friedrich Schäfer	
2.1	Einleitung	30
2.2	Systematische Lösung von Entgratproblemen	30
2.2.1	Gratbildung	30
2.2.2	Erfassung des Istzustandes (Werkstück mit Grat)	34
2.2.3	Geforderte Entgratqualität	35
2.2.4	Messung von Gratgrößen und Messgrößen der Entgratqualität	36
2.2.5	Klassifizierung der Entgratqualität	37
2.3	Einfluss des Zahnvorschubes auf die Gratbildung beim Umfangsstirnfräsen	38
2.4	Einfluss der Schnitttiefe auf die Gratbildung beim Umfangsstirnfräsen	39
2.5	Einfluss des Kantenwinkels am Werkstück auf die Gratgröße	42
<b>3</b>	<b>Grundlagen der Gleitschleiftechnik</b>	<b>45</b>
	Helmut Prüller	
3.1	Einleitung	45
3.2	Gleitschleif-Anlagen	47
3.2.1	Anlagen mit rotierender Schüttung (Glocke, Trommel, Fliehkraftmaschine)	48
3.2.2	Anlagen mit vibrierender Schüttung (Vibratoren)	50
3.2.3	Anlagen mit ruhender Schüttung (Schleppschleifmaschinen)	53
3.2.4	Vergleich der Maschinentypen	54
3.3	Verfahrensmittel	56
3.3.1	Aufgabe der Schleifkörper	56
3.3.2	Aufgabe des Wassers	60
3.3.3	Aufgabe der Behandlungsmittel	60
3.4	Gleitschleiftechniken	62
3.4.1	Reinigen	62
3.4.2	Entfetten	62
3.4.3	Polieren	63
3.4.4	Beizen	64
3.4.5	Chemisches Glätten	64

3.5	Prozesswasserbehandlung	65
3.5.1	Gesetzliche Grundlagen für die Einleitung	65
3.5.2	Schadstoffbelastung	66
3.5.3	Reinigung zur Einleitung	67
3.5.4	Reinigung im Kreislauf	68
3.6	Geräuschemission und Schallschutz	71
3.7	Grenzen des Gleitschleifverfahrens	72
3.8	Zusammenfassung	74
<b>4</b>	<b>Elektrochemisches und chemisches Badentgraten von Metalloberflächen</b>	<b>75</b>
	Siegfried Pießlinger-Schweiger	
4.1	Einleitung	75
4.2	Verfahren	75
4.2.1	Wirkungsweise	76
4.2.2	Werkstoffe, Parameter und Anlagen	81
4.2.2.1	Werkstoffe	81
4.2.2.2	Parameter	81
4.2.2.3	Anlagen	83
4.3	Teilespektrum	84
4.4	Anwendungsbeispiele	84
4.5	Kosten und Umwelt	90
<b>5</b>	<b>Elektrochemisches Formentgraten (ECM)</b>	<b>91</b>
	Alfred P.Thilow	
5.1	Einleitung	91
5.2	Verfahren	91
5.3	Entgratvorrichtungen	94
5.4	Anlagentechnik	97
5.5	Vor- und Nachbehandlung der Werkstücke beim elektrochemischen Formentgraten	101
5.6	Anwendungsbeispiele	101
5.7	Umwelt	105
<b>6</b>	<b>Thermische Entgratmethode (TEM)</b>	<b>106</b>
	Alfred P.Thilow	
6.1	Einleitung	106
6.2	Verfahren	106
6.3	Entgratqualität	107
6.4	Anlagentechnik	113
6.5	Werkstückhandhabung	116
6.6	Vor- und Nachbehandlung	117
6.7	Gasversorgung	118
<b>7</b>	<b>Sonderverfahren der Entgrattechnik</b>	<b>120</b>
	Klaus Przyklenk	
7.1	Einleitung	120
7.2	Druckfließlappen	120
7.2.1	Einleitung	120
7.2.2	Verfahren	121

7.2.3	Das Schleifmedium Paste	124
7.2.4	Vorrichtungen	125
7.2.5	Anwendungsbeispiele	127
7.3	Magnetabrasives Feinschleifen	131
7.4	Hochdruckwasserstrahlen	136
7.5	Feinschleifen mit Ultraschall	148
<b>8</b>	<b>Mechanisches Entgraten (allgemein)</b>	<b>152</b>
	Rainer Maier	
<b>9</b>	<b>Bürsten – Forschungsergebnisse zu einem alten Fertigungsverfahren</b>	<b>154</b>
	Klaus Przyklenk	
9.1	Einleitung	154
9.2	Wie trägt die Bürste ab?	155
9.3	Wie verschleißt die Borste?	155
9.4	Was bewirkt nun die Borste auf der Oberfläche?	157
9.5	Wie flexibel ist die Bürste?	157
9.6	Beeinflusst das Bürsten die Werkstückeigenschaften?	161
9.7	Wie arbeitet die Bürste optimal an Kanten?	162
<b>10</b>	<b>Bürsten in der Praxis</b>	<b>166</b>
	Rainer Maier	
10.1	Besatzarten und Werkstoffe von Bürsten und deren Arbeitsweise	166
10.1.1	Stahldrahtbesatz	167
10.1.2	Diamantierter Besatz	168
10.1.3	Schleifnylonbesatz	168
10.2	Anordnung Bürstwerkzeuge. Zustellung	170
<b>11</b>	<b>Fräsen, Schleifen, Feilen und sonstige Verfahren, Grattmessverfahren</b>	<b>175</b>
	Rainer Maier	
11.1	Einleitung	175
11.2	Fräsen	175
11.3	Schleifen	176
11.4	Hackentgraten	178
11.5	Feilen	178
11.6	Messen von Graten	178
11.6.1	Optoelektronische Messung	179
11.6.2	Mikroskop, Endoskop, Durchlichtprojektor, Lichtlupe	179
11.6.3	Tastschnittverfahren	180
11.6.4	Konturograph	180
<b>12</b>	<b>Maschinenbauarten. Problemlösungen</b>	<b>181</b>
	Rainer Maier, Alfred Thilow	
12.1	Einleitung	181
12.2	Problemlösungen	181
12.2.1	Großserienteile mit komplexen Konturen	181
12.2.2	Kleinserienteile mit komplexen Konturen	181
12.2.3	Rotationssymmetrische Werkstücke	182

12.2.4	Rohr- und Profilen (Sägeschnitte)	187
12.2.5	Flache Bleche (Brenn- Stanz- Laserschnitte)	191
12.2.6	Hinterschnitte	193
12.2.7	Bohrungsdurchbrüche und -kreuzungen	193

## **13 Entgraten mit Industrieroboter 196**

Klaus Berger

13.1	Einleitung	196
13.2	Methoden beim Entgraten mit IR	196
13.2.1	Werkstückhandhabung	197
13.2.2	Werkzeughandhabung	198
13.3	Werkzeuge zum Entgraten mit IR	199
13.3.1	Fräser	199
13.3.2	Senker	200
13.3.3	Bürsten	201
13.3.4	Weitere spanende Werkzeuge	202
13.3.5	Hochdruckwasserstrahl	202
13.4	Beispiele aus der Serienfertigung eines Automobilherstellers	204
13.4.1	Nutzfahrzeug (Nfz)-Teller- und -Antriebskegelrad	204
13.4.2	Pkw-Tellerrad und -Antriebskegelrad	205
13.4.3	Zylinderköpfe von 4-Zylinder-Motoren	206
13.4.4	Zylinderköpfe von 6- und 12-Zylinder-Motoren	207
13.4.5	Nfz-Achsschenkel	208
13.4.6	Gussputzen von Bauteilen aus Aluminium-Druckguss	208
13.4.7	Gussputzen von Bauteilen aus Aluminium-Kokillenguss	209
13.5	Planen von Entgratanlagen	210
13.6	Praxiserfahrungen beim Entgraten mit IR	212
13.6.1	Wirtschaftlichkeit	212
13.6.2	Programmieren der IR	212
13.6.3	Flexibilität der IR	213
13.7	Zusammenfassung und Ausblick	213

## **Literaturverzeichnis 214**

### **Stichwortverzeichnis**

### **Autorenverzeichnis**