

	Seite
Vorwort	IX
Zum Geleit	XI
Einführung	XIII
1 Oberflächen	1
1.1 Funktion einer Oberfläche	3
1.2 Einfluss des Fertigungsverfahrens auf die Oberflächenrauheit ...	3
1.3 Prüfmittel für die Oberflächenrauheit	5
1.4 Herstellung von Oberflächen	5
1.5 Die Oberfläche als komplexes Gebilde	7
1.6 Unterscheidung von Oberflächenunregelmäßigkeiten	9
2 Oberflächenkenngrößen	11
2.1 Bedeutung der Kenngrößen	13
2.1.1 Wichtige aktuelle Kenngrößen	14
2.1.2 Neue Kenngrößen	15
2.1.3 Weniger gebräuchliche Kenngrößen	16
2.2 Verwechslungsgefahren	17
2.3 Übersicht über die Kenngrößen	17
2.4 Rauheitskenngrößen	20
2.4.1 R_a – Arithmetischer Mittenrauwert	20
2.4.2 R_q – Quadratischer Mittenrauwert	22
2.4.3 R_z – Gemittelte Rautiefe R_{max} – Maximale Rautiefe	23
2.4.4 R_{3z} – Grundrautiefe	25
2.4.5 $R_z(ISO)$ – Zehnpunktehöhe R_y – Maximale Rautiefe (alt)	26
2.4.6 R_p – Mittlere Glättungstiefe R_v – Mittlere Riefentiefe	28
2.5 Welligkeitskenngrößen	30
2.5.1 W_t – Wellentiefe	30
2.5.2 W_{Dsm} – Dominante Wellenlänge	30
2.6 Oberflächenkenngrößen für das Gesamtprofil	36
P_t – Profiltiefe	36
2.7 Distanzkenngrößen (Horizontalkenngrößen)	37
2.7.1 R_{Pc} – Normierte Spitzenzahl D – Dichte	37

2.7.2	<i>RS_m</i> – Mittlerer Rillenabstand	41
2.8	Zusammengesetzte Kenngrößen (Länge und Tiefe)	42
2.8.1	<i>R_{mr}(c)</i> , <i>P_{mr}(c)</i> – Materialanteil des Profils	42
2.8.2	<i>R_k</i> – Kernrautiefe <i>R_{pk}</i> – Reduzierte Spitzenhöhe <i>R_{vk}</i> – Reduzierte Riefentiefe <i>Mr₁</i> – Kleinster Materialanteil <i>Mr₂</i> – Größter Materialanteil	45
2.8.3	<i>RΔq</i> – Quadratischer Mittelwert der Profilsteigung	49
2.8.4	<i>L₀</i> – Gestreckte Länge des Profils (nicht genormt)	50
2.8.5	<i>LR</i> – Profillängenverhältnis (nicht genormt)	50
2.9	Motifkenngrößen	51
	<i>R</i> – Mittlere Tiefe der Rauheitsmotifs <i>R_x</i> – Maximale Tiefe der Profilunregelmäßigkeit <i>W</i> – Mittlere Tiefe der Welligkeitsmotifs <i>W_x</i> – Maximale Tiefe der Welligkeitsmotifs <i>AR</i> – Mittlere Teilung der Rauheitsmotifs <i>AW</i> – Mittlere Länge der Welligkeitsmotifs <i>W_{te}</i> – Gesamttiefe der Welligkeit	51
2.10	Statistische Kenngrößen	53
2.10.1	Die Oberfläche aus statistischer Sicht	53
2.10.2	<i>m₂</i> – Varianz	55
2.10.3	<i>R_{sk}</i> – Schiefe des Profils	55
2.10.4	<i>AKF</i> – Die Autokorrelations-Funktion (nicht genormt)	57
2.10.5	<i>FFT</i> – Fourier-Analyse (nicht genormt)	59
2.11	Dreidimensionale Analyse der Oberfläche	60
	Drall-Kenngrößen	62
3	Oberflächenmessgeräte	65
3.1	Oberflächenvergleichsmuster	66
3.2	Tastschnittverfahren	67
3.2.1	Normen zu Tastschnittgeräten	67
3.2.2	Taster	69
3.2.3	Vorschubapparat	84
3.2.4	Computer	86
3.2.5	Anzeige	87
3.2.6	Dokumentation	87
3.3	Berührungslose Messung	89
3.3.1	Weißlichtsensor	89
3.3.2	Alternative Verfahren	91

	Seite
4 Messtechnik	99
4.1 Oberflächenmesstechnik mit dem Tastschnittverfahren	100
4.1.1 Einstellung der Taststrecke	100
4.1.2 Wahl der Grenzwellenlänge des Filters	102
4.1.3 Formabweichungen eliminieren	103
4.1.4 Ausrichten des Profils	103
4.2 Güteklassen	105
4.3 Kalibrierung der Geräte	106
Deutscher Kalibrierdienst (DKD)	110
4.4 Rauschen, Schwingungen	110
4.4.1 Gleitkufentaster	112
4.4.2 Vorschubapparat an Säulen	112
4.4.3 Messtische mit Schwingungsdämpfung	113
4.5 Temperatur	113
4.6 Einfluss von Zugluft	113
4.7 Beschädigung am Werkstück durch Tastspitze oder Gleitkufe	114
4.8 Sauberkeit	116
4.9 Einfluss von Magnetismus	116
4.10 Oberflächenabdrücke	116
4.11 Statistische Analyse der Ergebnisse	117
4.11.1 „16%-Regel“	118
4.11.2 „Höchstwert-Regel“	119
4.12 Statistische Prozesskontrolle SPC	119
5 Filter	121
5.1 Die Grenzwellenlänge des Filters λ_c	122
5.2 Gaußfilter nach DIN EN ISO 16610-21	123
5.3 Analoge Filter (2RC-Filter)	125
5.4 Sonderfilter nach DIN EN ISO 13565 (R_k)	126
6 Messunsicherheit	129
6.1 Theorie	130
6.1.1 Messgerät	131
6.1.2 Mathematisches Modell	132
6.1.3 Filterfaktor c	134
6.1.4 Unsicherheit der gemittelten Rautiefe R_z	135
6.2 Einfluss der Eingangsgrößen	135
6.2.1 Vorschub und Schwingungsisolierung	135
6.2.2 Tastsystem	137

	Seite
6.2.3	Unbekannte systematische Abweichungen 140
6.2.4	Streuung der Messwerte $s(R_z)$ 141
6.3	Unsicherheitsbudget 141
7	Zeichnungseintragungen 145
7.1	Regeln nach DIN EN ISO 1302 146
7.1.1	Symbole für die Oberflächenbeschaffenheit 146
7.1.2	Oberflächenbeschaffenheit am vollständigen Symbol 147
7.1.3	Bearbeitungsverfahren 149
7.1.4	Übertragungscharakteristik und Einzelmessstrecke 149
7.1.5	Oberflächenrillenrichtung 149
7.1.6	Bearbeitungszugabe 151
7.1.7	Lage und Ausrichtung der Symbole 152
7.1.8	Vereinfachte Zeichnungseintragung 153
8	DIN-Normen und VDI-Richtlinien 155
8.1	Technische Oberflächen 156
8.1.1	Entwicklung 156
8.1.2	Konstruktion 157
8.1.3	Fertigung 158
8.1.4	Qualitätsprüfung 159
8.2	Anleitungen zur Ermittlung der Messunsicherheit 168
8.3	Normen und Richtlinien aus angrenzenden Bereichen 169
9	Literatur 171
9.1	Entwicklung der Oberflächenmesstechnik 172
9.2	Standardwerke 172
9.3	Abkürzungsverzeichnis 176
9.4	Stichwortverzeichnis 180