

Inhalt

	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 Mittendrauhwert	20
2.4.2 R_q – Quadratischer Mittendrauhwert	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 $WDSm$ – Dominante Wellenlänge	30
2.6 Oberflächenkenngrößen für das Gesamtprofil	36
2.6.1 P_t – Profiltiefe	36
2.7 Distanzkenngrößen (Horizontalkenngrößen)	37
2.7.1 RP_c – Normierte Spitzenzahl D – Dichte	37

2.7.2	<i>RSm</i> – Mittlerer Rillenabstand	41
2.8	Zusammengesetzte Kenngrößen (Länge und Tiefe)	42
2.8.1	<i>Rmr(c), Pmr(c)</i> – Materialanteil des Profils	42
2.8.2	<i>Rk</i> – Kernrautiefe <i>Rpk</i> – Reduzierte Spitzenhöhe <i>Rvk</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>LO</i> – Gestreckte Länge des Profils (nicht genormt)	50
2.8.5	<i>LR</i> – Profillängenverhältnis (nicht genormt)	50
2.9	Motifkenngroßen	51
	<i>R</i> – Mittlere Tiefe der Rauheitsmotifs <i>Rx</i> – Maximale Tiefe der Profilunregelmäßigkeit <i>W</i> – Mittlere Tiefe der Welligkeitsmotifs <i>Wx</i> – Maximale Tiefe der Welligkeitsmotifs <i>AR</i> – Mittlere Teilung der Rauheitsmotifs <i>AW</i> – Mittlere Länge der Welligkeitsmotifs <i>Wte</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>Rsk</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 (Rk)	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 Rz	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 $s(Rz)$	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