

Rauheitsmesssysteme von Jenoptik – Oberflächenkenngrößen in der Praxis

Wahl der Grenzwellenlänge des Filters (Cut-off) nach DIN EN ISO 4288:1998 und DIN EN ISO 3274:1998

Die Grenzwellenlänge wird, abhängig von der Werkstückoberfläche entweder nach dem Riefenabstand oder den zu erwartenden Rauheitswerten gewählt. Gleichzeitig sind damit die Gesamtmessstrecke und die zugehörige Taststrecke gemäß den Normen verbindlich festgelegt. Abweichungen sind dann erforderlich, wenn das Werkstück die geforderte Taststrecke nicht zulässt. Siehe Zeichnungseintragungen.

Periodische Profile
z.B. Drehen, Fräsen

Messbedingungen

l_r Einzelmessstrecke
 l_n Messstrecke
 l_t Taststrecke
 λ_c Grenzwellenlänge
 λ_s Kurzwelliges Profilfilter
 r_{tip} Tastspitzenradius
 ΔX Digitalisierungsabstand¹⁾

1) Der Digitalisierungsabstand ist ebenfalls genormt. Dieser wird von den meisten Rauheitsmessgeräten automatisch eingestellt.

Aperiodische Profile
z.B. Schleifen, Erodieren

RSm (mm)	Messbedingungen					Ra (µm)		Rz (µm)	
	λ_c (mm)	l_n (mm)	l_t (mm)	r_{tip} (µm)	λ_s (µm)	> (0,006) ... 0,02	> (0,025) ... 0,1	> 0,02 ... 0,1	> 0,1 ... 0,5
> 0,013 ... 0,04	0,08	0,4	0,48	2	2,5	> 0,02 ... 0,1	> 0,1 ... 0,5	> 0,1 ... 2	> 10 ... 50
> 0,04 ... 0,13	0,25	1,25	1,5	2	2,5	> 0,02 ... 0,1	> 0,1 ... 0,5	> 0,1 ... 2	> 10 ... 50
> 0,13 ... 0,4	0,8	4	4,8	2 oder 5*	2,5	> 0,02 ... 0,1	> 0,1 ... 0,5	> 0,1 ... 2	> 10 ... 50
> 0,4 ... 1,3	2,5	12,5	15	5	8	> 0,02 ... 0,1	> 0,1 ... 0,5	> 0,1 ... 2	> 10 ... 50
> 1,3 ... 4	8	40	48	10	25	> 0,02 ... 0,1	> 0,1 ... 0,5	> 0,1 ... 2	> 10 ... 50

Anwendungsbeispiel
Bei einem periodischen Profil kommt der mittlere Rillenabstand der Rauheitsprofilelemente RSm zum Einsatz. Bei einem RSm, der zwischen 0,4 und 1,3 mm liegt, ergeben sich die folgenden Messbedingungen: $\lambda_c = 2,5$ mm / $l_n = 12,5$ mm / $l_t = 15$ mm / $r_{tip} = 5$ µm / $\lambda_s = 8$ µm.

Verkürzte Regelmessstrecke
Wenn die tatsächlich mögliche Taststrecke auf der Werkstückoberfläche für l_t nicht ausreicht, wird entsprechend die Anzahl der Einzelmessstrecken verringert und in der Zeichnung angegeben. Wenn die tatsächlich verfügbare Taststrecke kleiner als eine Einzelmessstrecke ist, wird anstelle von Rt oder Rz die Gesamtprofilhöhe Pt des Primärprofils ausgewertet.

Aufgliederung einer Oberfläche

Ungefiltertes P-Profil

Gefiltertes W-Profil

Gefiltertes R-Profil

Vorlaufstrecke, Rauheitsprofil, Nachlaufstrecke

Oberflächenprofile – Gesamthöhe des Profils
Mit dem Tastschnittverfahren wird das Profil einer Oberfläche zweidimensional erfasst. Das ungefilterte Primärprofil (P-Profil) ist das tatsächlich gemessene Oberflächenprofil. Durch dessen Filterung nach DIN EN ISO 11562/ISO 16610-21 entstehen das Welligkeitsprofil (W-Profil) und das Rauheitsprofil (R-Profil). Bestimmende Größe für die Grenze zwischen Welligkeit und Rauheit ist die Grenzwellenlänge λ_c (Cut-off).

Nach DIN EN ISO 4287 gelten alle Kenngrößendefinitionen sowohl für das Rauheits- als auch das Primär- und Welligkeitsprofil. Die Kennzeichnung des Profiltyps erfolgt durch die Großbuchstaben P, R oder W.

Die Gesamthöhe Pt, Wt bzw. Rt des jeweiligen Profiltyps ist die maximale Höhe zwischen der höchsten Spitze und des tiefsten Tals des Profils der Messstrecke.

Messstrecken – Grenzwellenlänge
Die Taststrecke l_t ist die Gesamtlänge der Tasterbewegung während des Tastvorgangs. Sie ist größer als die Messstrecke l_n , um mit dem Profilfilter das Rauheitsprofil bilden zu können. Mit Ausnahme von Rt, Rmr(c) und RPC sind die Rauheitskenngrößen innerhalb einer Messstrecke l_n definiert. Ermittelt werden sie jedoch als Mittelwert aus fünf Einzelmessstrecken l_r . Die Einzelmessstrecke l_r entspricht der Grenzwellenlänge λ_c .

Bewertung der Messergebnisse

Laut DIN EN ISO 4288 soll die Oberflächenmessung dort vorgenommen werden, wo die höchsten Werte zu erwarten sind (visuelle Feststellung).

Höchstwertregel
Die Oberfläche wird als gut angenommen, wenn die gemessenen Werte einer Kenngröße den festgelegten Höchstwert nicht überschreiten. In diesem Fall wird die Kenngröße mit dem Zusatz „max“ gekennzeichnet, z.B. Rz1max.

16%-Regel
Wenn der Zusatz „max“ nicht angegeben ist, gilt die 16%-Regel. Die Oberfläche wird als gut angenommen, wenn nicht mehr als 16% der gemessenen Werte einer Kenngröße den festgelegten Höchstwert überschreiten. Weitere Informationen zu dieser Regel finden sich in der Norm DIN EN ISO 4288:1997.

Sonderregelung VDA
Die 16%-Regel wird nicht angewendet. VDA 2006 geht davon aus, dass die Streuung der Kennwerte bei der Festlegung der Grenzwerte berücksichtigt wird. Es gilt generell die Höchstwertregel, auch ohne die Angabe des Index „max“ innerhalb der Bezeichnung. Die Anwendung des λ_s -Filters ist grundsätzlich nicht zugelassen.

* Bei $Rz \leq 2$ µm beträgt der Tastspitzenradius 2 µm, bei $Rz > 2$ µm beträgt er 5 µm. Der Messpunktabstand liegt bei höchstens 0,5 µm.

Die wichtigsten Rauheitskenngrößen nach DIN EN ISO 4287, DIN EN ISO 13565 und DIN EN 10049

Ra – Kenngröße nach DIN EN ISO 4287

Ra – arithmetischer Mittenrauwert
Ra ist der arithmetische Mittenrauwert aus den Beträgen aller Profilwerte. Die Aussagekraft von Ra ist relativ gering, da er unempfindlich gegenüber Spitzen und Riefen reagiert.

Rz, Rz1max, Rt – Kenngrößen nach DIN EN ISO 4287

Rz – gemittelte Rautiefe: Mittelwert der fünf Rz-Werte aus den fünf Einzelmessstrecken l_r .
 Rz1max – maximale Rautiefe (DIN EN ISO 4287:1997): Größter Rz-Wert aus den fünf Einzelmessstrecken l_r .
 Rt – Gesamthöhe des Rauheitsprofils: Rt ist der Abstand zwischen der höchsten Spitze und des tiefsten Tals des Profils der Gesamtmessstrecke l_n .

RSm – Kenngröße nach DIN EN ISO 4287

RSm ist der arithmetische Mittelwert der Breite der Profilelemente des Rauheitsprofils innerhalb der Einzelmessstrecke und erfordert die Festlegung von Zählschwellen (c_1, c_2) passend zur Funktion der Oberfläche. Wenn nicht anders festgelegt, soll der Betrag der vertikalen Zählschwellen jeweils 10% vom Rz betragen.

RPC – Kenngröße nach DIN EN 10049/DIN EN ISO 4287

RPC – normierte Spitzenzahl
RPC entspricht der Anzahl lokaler Spitzen, die nacheinander eine obere Schnittlinie c_1 und eine untere Schnittlinie c_2 überschreiten. Die Spitzenzahl wird unabhängig von der gewählten Messstrecke auf eine Länge von 10 mm bezogen.

Rmr(c) – Kenngröße nach DIN EN ISO 4287

Rmr(c) – Materialanteil des Profils
Rmr gibt an, welchen Anteil die summierte, im Material verlaufende Strecke relativ zur Messstrecke einnimmt (in %). Der Vergleich wird in der vorgegebenen Schnitthöhe c und der Gesamtmessstrecke l_n ausgeführt. Die Materialanteilkurve gibt den Materialanteil als Funktion der Schnitthöhe an.

Rk, Rpk, Rvk, Mr1, Mr2 – Kenngrößen nach DIN EN ISO 13565-2

Kenngrößen der Materialanteilkurve
 Rk – Kernrautiefe: Tiefe des Rauheitskernprofils.
 Rpk – reduzierte Spitzenhöhe: Gemittelte Höhe der aus dem Rauheitskernprofil herausragenden Spitzen.
 Rpk* – höchste Profilsitzenhöhe (nicht in DIN EN ISO 13565-2 enthalten)
 Rvk – reduzierte Riefentiefe: Gemittelte Tiefe der aus dem Kern in das Material hineinragenden Riefen.
 Rvk* – tiefste Profilsitzenhöhe (nicht in DIN EN ISO 13565-2 enthalten)
 Mr1, Mr2 – Materialanteil: Kleinsten (Mr1) und größten (Mr2) Materialanteil (in %) an den Grenzen des Rauheitskernbereichs.

Zeichnungseintragungen nach DIN EN ISO 1302:2002

Angaben für Anforderungen

a Oberflächenkenngröße mit Zahlenwert in µm
 b Zweite Anforderung (Oberflächenkenngröße in µm)
 c Fertigungsverfahren (Oberflächenkenngröße in µm)
 d Angabe der Rillenrichtung
 e Bearbeitungszugabe in mm

Materialabtragende Bearbeitung Rz = max. 4 µm	Materialabtragende Bearbeitung Unterer Grenzwert für Rz gefordert Rz = min. 2,5 µm	Materialabtragende Bearbeitung Oberer und unterer Grenzwert für Ra gefordert. Ra = min. 1 µm und max. 4 µm	Materialabtragende Bearbeitung Rz = max. 4 µm Es gilt die Höchstwertregel	Materialabtragende Bearbeitung P-Profil, Taststrecke = 2 mm Pt = max. 4 µm	Materialabtragende Bearbeitung Übertragungscharakteristik entspricht nicht dem Regelfall (vgl. Tabelle). Rz = max. 1 µm Filterwahl $\lambda_s = 0,008$ mm und $\lambda_c = 2,5$ mm

Zeichnungseintragungen nach VDA 2007 – Dominante Welligkeit

Materialabtragende Bearbeitung WDc 0 oder WDt 0: Keine dominante Welligkeit zugelassen	Materialabtragende Bearbeitung Im Periodenbereich bis 2,5 mm gilt WDt = max. 2,5 µm	Materialabtragende Bearbeitung Die Messstrecke beträgt 12,5 mm und Ac = 0,8 mm, Rz = max. 3 µm Im Periodenbereich von 0,2 bis 2,5 mm gilt WDc = max. 1,5 µm

