Rauheit sicher bestimmen

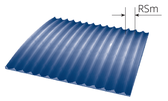
Oberflächenkenngrößen in der Praxis

HOMMEL ETAMIC

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

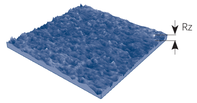


Messbedingungen

lr	Einzelmessstrecke
ln	Messstrecke
lt	Taststrecke
λc	Grenzwellenlänge
λs	Kurzwelliges Profilfilter
r_{tip}	Tastspitzenradius
ΔX	Digitalisierungsabstand [1)]

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

Aperiodische Profile
z.B. Schleifen, Erodieren



RSm [mm]	
> 0,013	...0,04
> 0,04	...0,13
> 0,13	...0,4
> 0,4	...1,3
> 1,3	...4

λc = lr [mm]	ln [mm]	lt [mm]	r_{tip} [µm]	λs [µm]
0,08	0,4	0,48	2	2,5
0,25	1,25	1,5	2	2,5
0,8	4	4,8	2 oder 5 *	2,5
2,5	12,5	15	5	8
8	40	48	10	25

Ra [µm]		Rz [µm]	
> (0,006)	...0,02	> (0,025)	...0,1
> 0,02	...0,1	> 0,1	...0,5
> 0,1	...2	> 0,5	...10
> 2	...10	> 10	...50
> 10	...80	> 50	...200

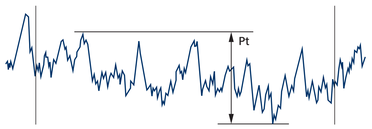
Anwendungsbeispiel
Bei einem periodischen Profil kommt der mittlere Rillenabstand der Rauheitsprofilelemente RSm zum Einsatz. Bei einem RSm, der zwischen 0,4 und 1,3 mm liegt, ergeben sich die folgenden Messbedingungen:
λc = 2,5 mm / ln = 12,5 mm / lt = 15 mm / r_{tip} = 5 µm / λs = 8 µm.

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

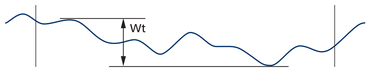
Verkürzte Regelmessstrecke
Wenn die tatsächlich mögliche Taststrecke auf der Werkstückoberfläche für lt nicht ausreicht, wird entsprechend die Anzahl der Einzelmessstrecken verringert und in der Zeichnung angegeben. Wenn die tatsächlich verfügbare Taststrecke kleiner als eine Einzelmessstrecke ist, wird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

Aufgliederung einer Oberfläche

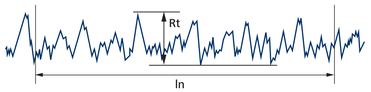
Ungefiltertes P-Profil

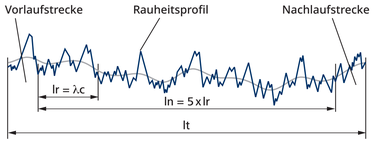


Gefiltertes W-Profil



Gefiltertes R-Profil





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/DIN EN 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 λc (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 lt ist die Gesamtlänge der Tasterbewegung während des Tastvorgangs. Sie ist größer als die Messstrecke ln, um mit dem Profilfilter das Rauheitsprofil bilden zu können.

Mit Ausnahme von Rt, Rmr(c) und RPc sind die Rauheitskenngrößen innerhalb einer Messstrecke ln definiert. Ermittelt werden sie jedoch als Mittelwert aus fünf Einzelmessstrecken lr.

Die Einzelmessstrecke lr entspricht der Grenzwellenlänge λc.

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 2006

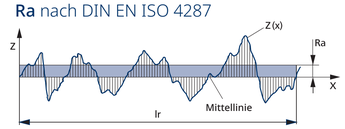
Die 16 %-Regel wird nicht angewendet. VDA 2006 geht davon aus, dass die Streuung der Kennwerte bei der Festlegung der Grenzwerte berücksichtigt wird. Es gilt generell die Höchstwertregel, auch ohne die Angabe des Index „max“ innerhalb der Bezeichnung. Die Anwendung des λs-Filters ist grundsätzlich nicht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

Bei Rz ≤ 2 µm beträgt der Tastspitzenradius 2 µm, bei Rz > 2 µm beträgt er 5 µm. Der Messpunktabstand liegt bei höchstens 0,5 µm.

Der Kegelwinkel beträgt 60° oder 90°. Wenn nicht anders angegeben, beträgt der Kegelwinkel 90°.

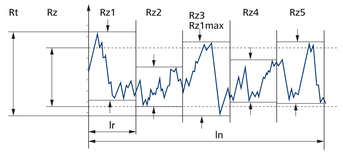
Die wichtigsten Rauheitskenngrößen nach DIN EN ISO 4287, DIN EN ISO 13565 & DIN EN 10049

Ra 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 nach DIN EN ISO 4287

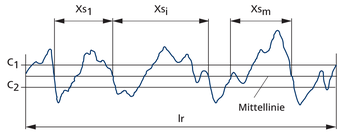


Rz – gemittelte Rautiefe
Mittelwert der fünf Rz-Werte aus den fünf Einzelmessstrecken lr.

Rz1max – maximale Rautiefe (DIN EN ISO 4287:1997)
Größter Rz-Wert aus den fünf Einzelmessstrecken lr.

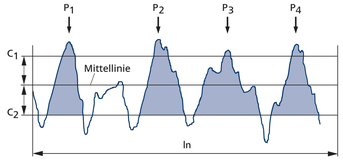
Rt – Gesamthöhe des Rauheitsprofils
Rt ist der Abstand zwischen der höchsten Spitze und des tiefsten Tals des Profils der Gesamtmessstrecke ln.

RSm nach DIN EN ISO 4287



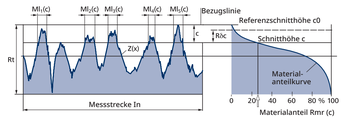
RSm – mittlerer Rillenabstand
RSm ist der arithmetische Mittelwert der Breite der Profilelemente des Rauheitsprofils innerhalb der Einzelmessstrecke und erfordert die Festlegung von Zählschwellen (c1, c2) passend zur Funktion der Oberfläche. Wenn nicht anders festgelegt, soll der Betrag der vertikalen Zählschwellen jeweils 10 % vom Rz betragen.

RPc nach DIN EN 10049/DIN EN ISO 4287



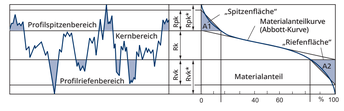
RPc – normierte Spitzenzahl
RPc entspricht der Anzahl lokaler Spitzen, die nacheinander eine obere Schnittlinie c1 und eine untere Schnittlinie c2 überschreiten. Die Spitzenzahl wird unabhängig von der gewählten Messstrecke auf eine Länge von 10 mm bezogen.

Rmr(c) 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 ln ausgeführt. Die Materialanteilskurve gibt den Materialanteil als Funktion der Schnitthöhe an.

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



Rk – Kernrautiefe
Tiefe des Rauheitskernprofils.

Rpk – reduzierte Spitzenhöhe
Gemittelte Höhe der aus dem Kernprofil herausragenden Spitzen.

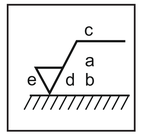
Rpk* – höchste Profilspitzenhöhe (nicht in dieser Norm)

Rvk – reduzierte Riefentiefe
Gemittelte Tiefe der vom Kern in das Material hineinragenden Riefen.

Rvk* – tiefste Profilriefentiefe (nicht in dieser Norm)

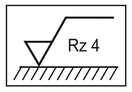
Mr1, Mr2 – Materialanteil
Kleinster (Mr1) und größter (Mr2) Materialanteil (in %) an den Grenzen des Rauheitskernbereichs.

Zeichnungseintragungen nach DIN EN ISO 1302:2002

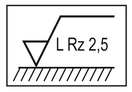


Angaben für Anforderungen

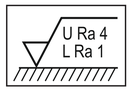
a Oberflächenkenngröße mit Zahlenwert in µm
b Zweite Anforderung (Oberflächenkenngröße in µm)
c Fertigungsverfahren
d Angabe der Rillenrichtung
e Bearbeitungszugabe in mm



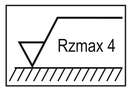
Materialabtragende Bearbeitung;
Rz = max. 4 µm



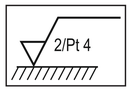
Materialabtragende Bearbeitung; unterer Grenzwert für Rz gefordert;
Rz = min. 2,5 µm



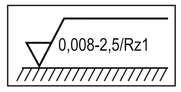
Materialabtragende Bearbeitung; oberer und unterer Grenzwert für Ra gefordert; Ra = min. 1 µm und max. 4 µm



Materialabtragende Bearbeitung;
Rz = max. 4 µm; es gilt die Höchstwertregel

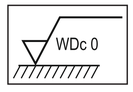


Materialabtragende Bearbeitung; P-Profil, Taststrecke = 2 mm;
Pt = max. 4 µm

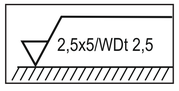


Materialabtragende Bearbeitung; Übertragungscharakteristik entspricht nicht dem Regelfall (vgl. Tabelle);
Rz = max. 1 µm; Filterwahl
λs = 0,008 mm und λc = 2,5 mm

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;
Rz: die Messstrecke beträgt 12,5 mm und λc = 0,8 mm; Rz = max. 3 µm;
WDc: im Periodenbereich von 0,2 bis 2,5 mm gilt WDc = max. 1,5 µm

1003 7152 · 2022-04 · Copyright © ENSTITÜ Industrial Metrology Germany GmbH. Alle Rechte. Änderungen und Irrtümer vorbehalten.