



MORE LIGHT

# Rauheit sicher bestimmen. 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**

Ir	Einzelmessstrecke	1) Der Digitalisierungsabstand ist ebenfalls genormt. Dieser wird von den meisten Rauheitsmessgeräten automatisch eingestellt.
In	Messstrecke	
lt	Taststrecke	
Ac	Grenzwellenlänge	
As	Kurzwelliges Profilfilter	
r <sub>tip</sub>	Tastspitzenradius	
ΔX	Digitalisierungsabstand 1)	

**Aperiodische Profile**  
z.B. Schleifen, Erodieren

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

**Verknüpfungstabelle:**

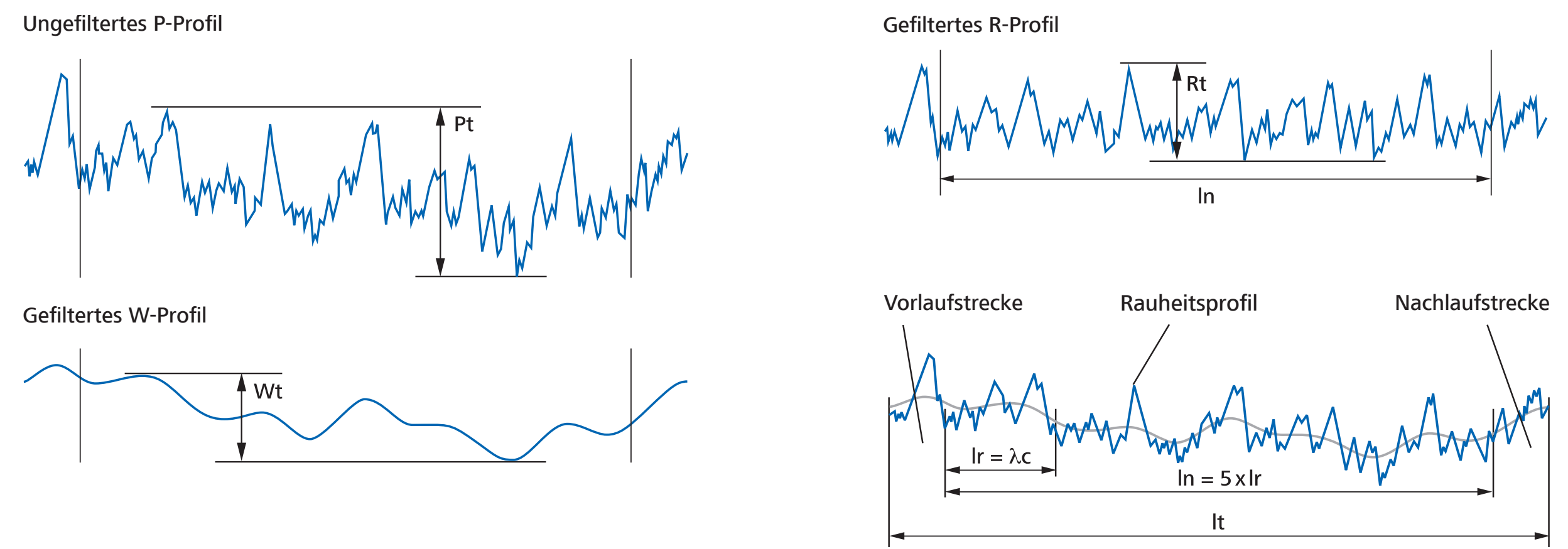
R <sub>Sm</sub> (mm)	Ac = Ir (mm)	In (mm)	lt (mm)	r <sub>tip</sub> (µm)	As (µm)	Ra (µm)	Rz (µm)
> 0,013	...0,04	0,08	0,4	0,48	2	2,5	> 0,006 ... 0,02
> 0,04	...0,13	0,25	1,25	1,5	2	2,5	> 0,02 ... 0,1
> 0,13	...0,4	0,8	4	4,8	2 oder 5*	2,5	> 0,1 ... 2
> 0,4	...1,3	2,5	12,5	15	5	8	> 2 ... 10
> 1,3	...4	8	40	48	10	25	> 10 ... 80

**Anwendungsbeispiel**  
Bei einem periodischen Profil kommt der mittlere Rillenabstand der Rauheitsprofilelemente R<sub>Sm</sub> zum Einsatz. Bei einem R<sub>Sm</sub>, der zwischen 0,4 und 1,3 mm liegt, ergeben sich die folgenden Messbedingungen:  
Ac = 2,5 mm / In = 12,5 mm / lt = 15 mm / r<sub>tip</sub> = 5 µm / As = 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 Gesamthöhe Pt des Primärprofils ausgewertet.

## Aufgliederung einer Oberfläche



**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 Ac (Cut-off).

Nach DIN EN ISO 4287 gelten alle Kenngrößendefinitionen sowohl für das Rauheitsprofil 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 Ac.

## 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.

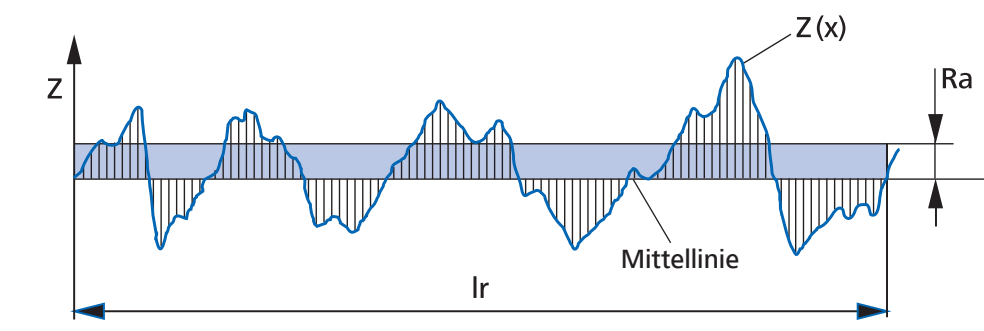
**Sonderregelung VDA 2006**  
Die 16%-Regel wird nicht angewendet. VDA 2006 geht davon aus, dass die Streuung der Kennwerte bei der Festlegung der Grenzwerte berücksichtigt wird. Es gilt generell die Höchstwertregel, auch ohne die Angabe des Index „max“ innerhalb der Bezeichnung. Die Anwendung des As-Filters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

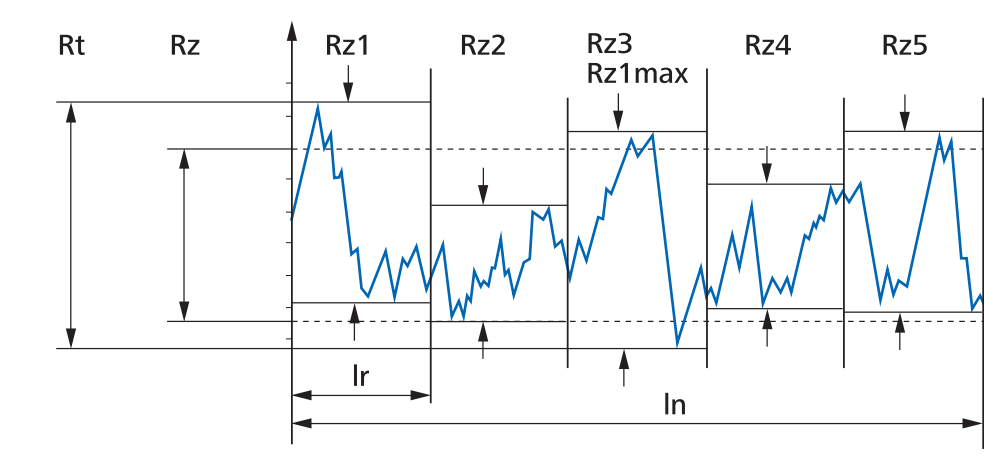
## Die wichtigsten Rauheitskenngrößen nach DIN EN ISO 4287, DIN EN ISO 13565 und DIN EN 10049

### Ra nach DIN EN ISO 4287



**Ra – arithmetischer Mittenrauwert**  
Ra ist der arithmetische Mittelwert 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

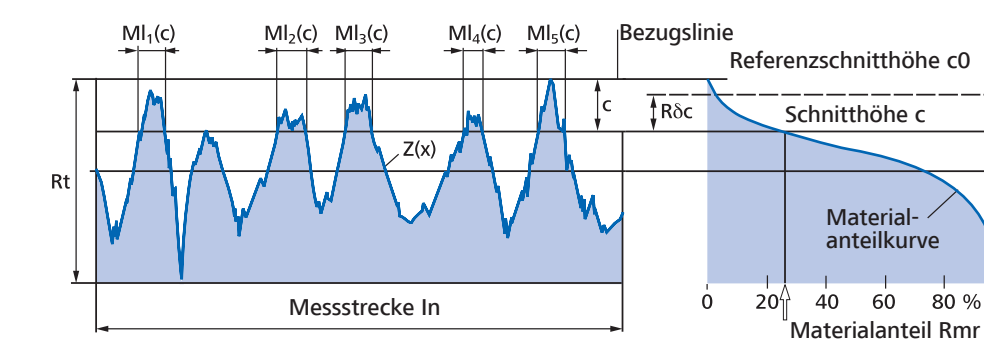


**Rz – gemittelte Rautiefe**  
Mittelwert der fünf Rz-Werte aus den fünf Einzelmessstrecken lr.

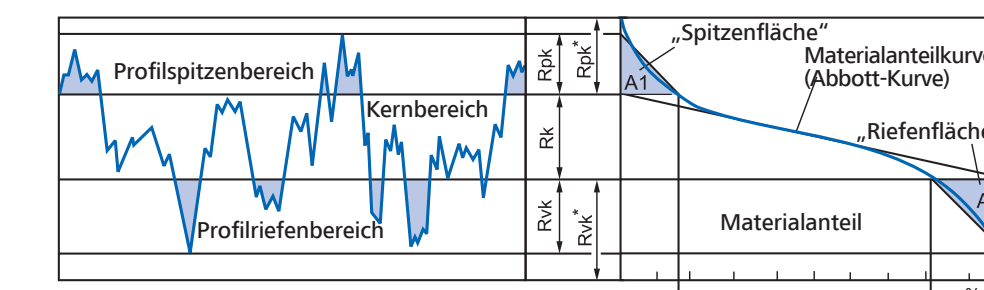
**Rz1max – maximale Rautiefe (DIN EN ISO 4287:1997)**  
Größter Rz-Wert aus den fünf Einzelmessstrecken lr.

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

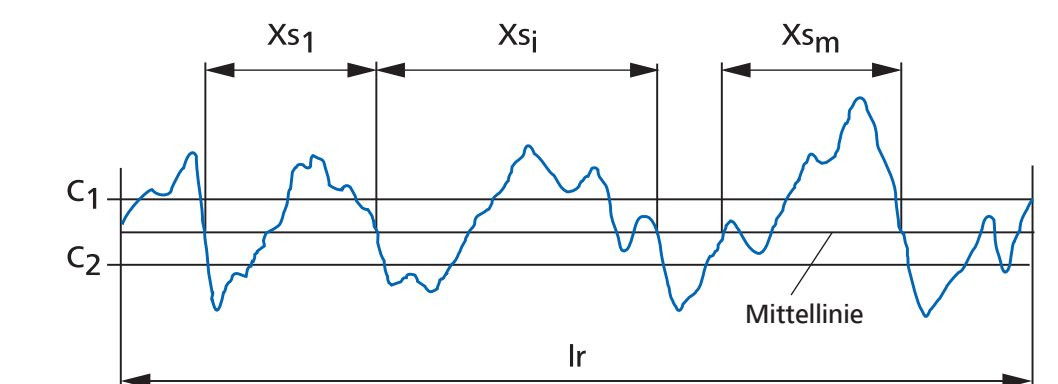
### Rmr(c) nach DIN EN ISO 4287



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

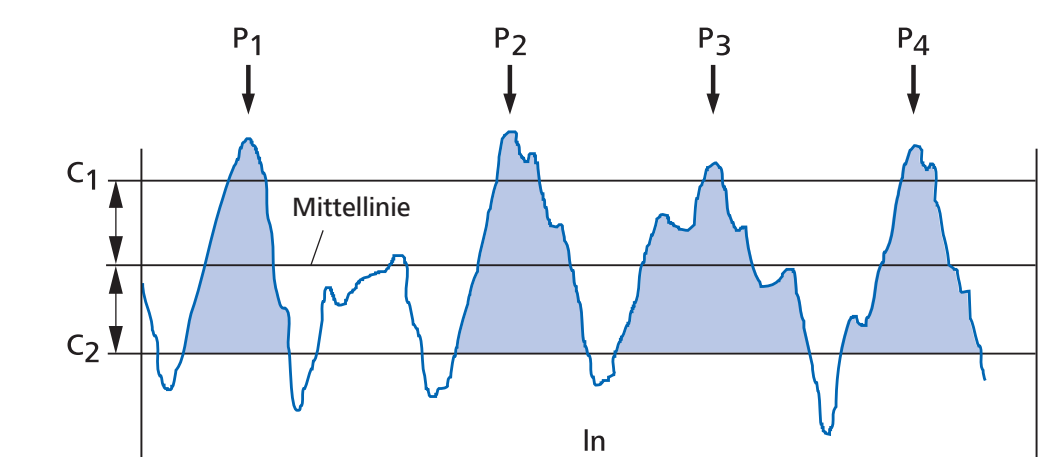


### RSm nach DIN EN ISO 4287



**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) – 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 – Kernrautiefe**  
Tiefe des Rauheitskernprofils.  
**Rpk – reduzierte Spitzenhöhe**  
Gemittelte Höhe der aus dem Kernprofil herausragenden Spitzen.  
**Rpk\* – höchste Profilspezienhöhe (nicht in dieser Norm)**  
**Rvk – reduzierte Riefentiefe**  
Gemittelte Tiefe der vom Kern in das Material hineinragenden Riefen.  
**Rvk\* – tiefste Profiliriefentiefe (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 As = 0,008 mm und Ac = 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 Ac = 0,8 mm; Rz = max. 3 µm; WDC: im Periodenbereich von 0,2 bis 2,5 mm gilt WDC = max. 1,5 µm