

Effiziente Oberflächenmessung

Die Oberflächenbeschaffenheit eines Werkstücks spielt überall dort eine Rolle, wo sie eine definierte technische Aufgabe hat. Sie muss demnach möglichst eindeutig definiert werden. Dies geschieht mithilfe genormter Oberflächenkenngrößen.

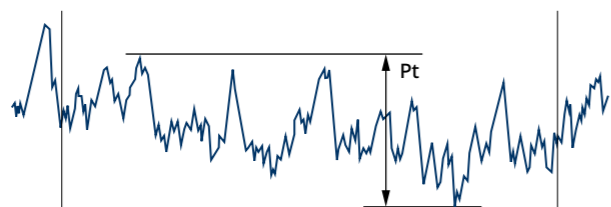
Dieses Faltblatt gibt einen Überblick über die wichtigsten Begriffe und Kenngrößen der Oberflächenmesstechnik gemäß DIN EN ISO 21920.

Mit einem breiten Spektrum an Oberflächenmessgeräten bieten wir Ihnen vielfältige Auswertmöglichkeiten an unterschiedlichen Einsatzorten – sei es im Labor oder in der Fertigung.

Ein besonders wichtiger Aspekt dabei ist die kontinuierliche Überwachung auf bestmögliche Genauigkeit. In unserem DAkkS-DKD-Kalibrierlabor kalibrieren wir Ihre angelieferten Normale für verschiedene Rauheitskenngrößen. Für nicht akkreditierte Kenngrößen stellen wir einen einfacheren Werkskalibrierschein aus.

Aufgliederung einer Oberfläche

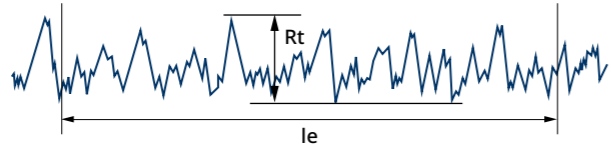
Gefiltertes P-Profil



Gefiltertes W-Profil



Gefiltertes R-Profil



Oberflächenprofile – Gesamthöhe des Profils

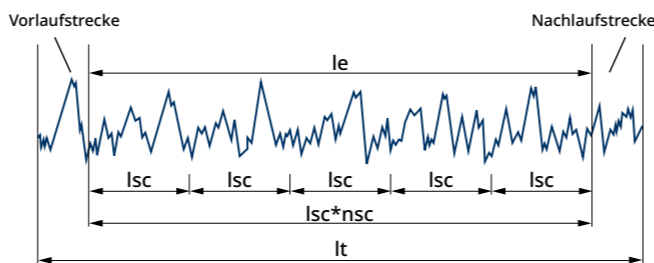
Mit dem Tastschnittverfahren wird das Profil einer Oberfläche zweidimensional erfasst.

Im Gegensatz zu DIN EN ISO 3274 wird in DIN EN ISO 21920 der Tastspitzenradius durch morphologische Erosion aus dem aufgezeichneten Profil herausgerechnet, bevor dieses mechanische Profil dann für die Berechnung der Kenngrößen verwendet wird.

Das Primärprofil (P-Profil) ist das gemessene Oberflächenprofil, nachdem der Tastspitzenradius entfernt und mit dem Profil-S-Filter gefiltert wurde. Durch weitere Filterungen nach DIN EN ISO 16610 entstehen das Welligkeitsprofil (W-Profil) und das Rauheitsprofil (R-Profil). Bestimmende Größe für die Grenze zwischen Welligkeit und Rauheit ist der Nesting-Index Nic.

Die Kennzeichnung des Profiltyps erfolgt durch die Großbuchstaben P, R oder W. Gemäß DIN EN ISO 21920 gelten alle Kenngrößendefinitionen, außer bei Rxxk und Pxxk, sowohl für das Rauheits- als auch das Primär- und Welligkeitsprofil.

Auswertelänge – Abschnittlänge

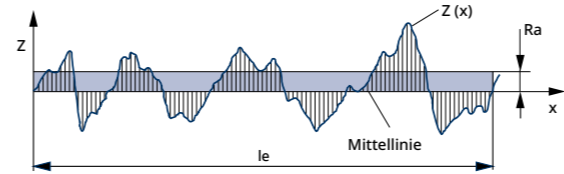


Die Taststrecke l_t ist die Gesamtlänge der Tasterbewegung während des Tastvorgangs. Sie ist größer als die Auswertelänge l_e , um mit dem Profilfilter das Rauheitsprofil bilden zu können.

Nur bei R_{pt} , R_{vt} , R_p , R_v , R_z gilt: $l_e = l_{sc} \cdot n_{sc}$ (Abschnittlänge mal Anzahl der Abschnitte).

Neu in DIN EN ISO 21920: auch bei P_{pt} , P_{vt} , P_p , P_v , P_{max} und P_z gilt $n_{sc} = 5$ und $l_{sc} = l_e / n_{sc}$. Bei P-Kenngrößen ist typischerweise nur die Länge des Bauteilabschnitts (= l_e) bemisst.

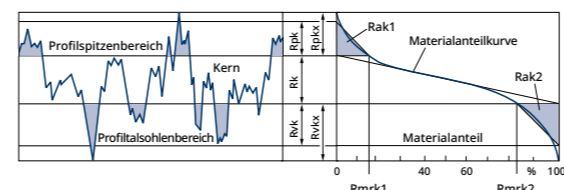
Ra



Ra – mittlere arithmetische Höhe

R_a ist der arithmetische Mittelwert der Rauheitswerte aus den Beträgen aller Profilwerte. Die Aussagekraft von R_a ist relativ gering, da er unempfindlich gegenüber Spitzen und Senken reagiert.

Rk, Rpk, Rpkx, Rvk, Rvkx, Rmrk1, Rmrk2, Rak1, Rak2



Rk – Kernhöhe

Tiefe des Rauheitskernprofils

Rpk – reduzierte Spitzenhöhe

Gemittelte Höhe der aus dem Kernprofil herausragenden Spitzen

Rpkx – maximale Spitzenhöhe

Rvk – reduzierte Talsohlentiefe

Gemittelte Tiefe der vom Kern in das Material hineinragenden Talsohlen

Rvkx – maximale Talsohlentiefe

Rmrk1, Rmrk2 – Materialanteil der reduzierten Spitzenhöhe bzw. Talsohlentiefe

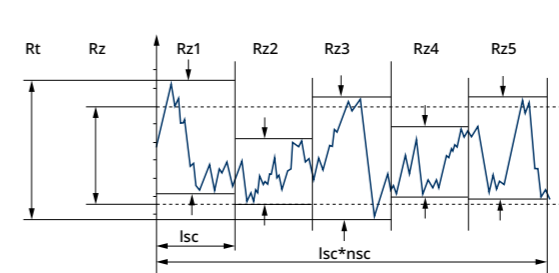
Rak1, Rak2 – Hügel- bzw. Talfläche

Rpc

Rpc – Spitzenzahl

R_{pc} gibt die Anzahl der mittleren Abstände der Profilelemente pro Längeneinheit L an und wird mit der Formel $R_{pc} = L/R_{sm}$ berechnet.

Rz, Rp, Rv, Rpt, Rvt



Rz – maximale Höhe

Mittelwert der R_z -Einzelwerte aus den Abschnittslängen l_{sc}

Rp – mittlere Spitzenhöhe

Mittelwert der größten Spitzenhöhen aller Abschnittslängen l_{sc}

Rv – mittlere Talsohlentiefe

Mittelwert der größten Talsohlentiefen aller Abschnittslängen l_{sc}

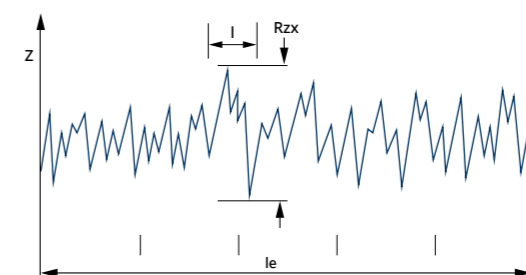
Rpt – maximale Spitzenhöhe

Größte Spitzenhöhe aller Abschnittslängen l_{sc}

Rvt – maximale Talsohlentiefe

Größte Talsohlentiefe aller Abschnittslängen l_{sc}

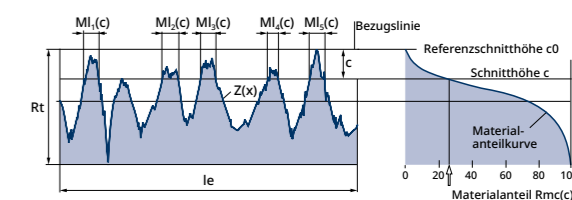
Rzx, Rzx(l)



Rzx, Rzx(l) – maximale Höhe pro Abschnitt

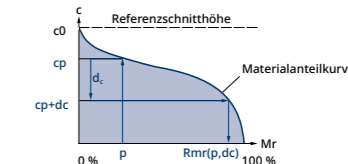
$R_{zx}(l)$ entspricht dem Maximalwert der Differenz zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Ordinatenwert innerhalb eines Abschnitts der Länge l , der über l_e verläuft. Wenn der Standardwert $l = l_{sc}$ verwendet wird, ist die Angabe der Länge l nicht erforderlich.

Rmc(c), Rmr(dc), Rmr(p,dc)



Rmc(c) – Materialanteil

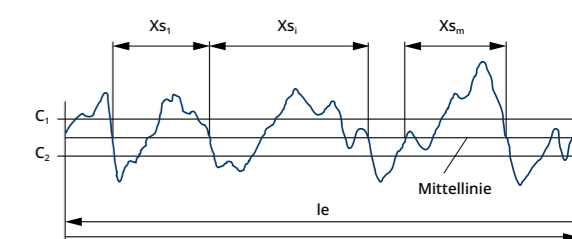
R_{mc} gibt an, welches Verhältnis die summierte Länge im Material zur Auswertelänge angenommen hat (in %). Der Vergleich erfolgt in der angegebenen Schnittebene c und der Auswertelänge l_e . Die Materialverhältniskurve gibt das Materialverhältnis in Abhängigkeit von der Querschnittshöhe an.



Rmr(dc), Rmr(p,dc) – relativer Materialanteil

R_{mr} gibt das Materialverhältnis auf einer Schnittebene $cp + dc$ an, wobei sich cp auf das Materialverhältnis p bezieht und dc eine relative Profiltiefe ist, die normalerweise kleiner als 0 ist. Die Angabe des Materialverhältnisses p ist nicht erforderlich, wenn der Standardwert $p = 0\%$ verwendet wird.

Rsm



Rsm – mittlere Abstände der Profilelemente

R_{sm} ist der arithmetische Mittelwert der Breite der Profilelemente des Rauheitsprofils. Default-Werte für die Zählschwellen zum Erkennen der Profilhügel und -täler in DIN EN ISO 21920 sind 10 % vom R_p bzw. R_v .

Rauheit sicher bestimmen

Oberflächenkenngrößen gemäß DIN EN ISO 21920



Wir unterstützen Sie weltweit

Unsere qualifizierten Mitarbeiter sind auf der ganzen Welt im Einsatz. Mit unseren Standorten und Vertriebspartnern in den wichtigsten Industriestaaten sind wir direkt bei Ihnen vor Ort, um Sie als zuverlässiger Partner optimal zu unterstützen.



691 352 2024-03 Copyright © JENOPTIK Industrial Metrology Germany GmbH. Alle Rechte, Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

Toleranzakzeptanzregeln

Laut DIN EN ISO 21920 soll die Oberflächenmessung dort vorgenommen werden, wo die höchsten Werte zu erwarten sind (visuelle Feststellung).

Tmax

Die Höchstwert-Toleranzakzeptanzregel Tmax ist als Standard festgelegt und muss in den Zeichnungseintragungen nicht präzisiert werden. Die Oberfläche wird als gut angenommen, wenn die gemessenen Werte einer Kenngröße den festgelegten Höchstwert nicht überschreiten.

T16 %

Wenn die 16 %-Toleranzakzeptanzregel gelten soll, muss dies in den Zeichnungseintragungen mit dem T16 %-Symbol angegeben werden. 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 21920.

Auswahl der Messbedingungen

In der DIN EN ISO 21920 wird nicht zwischen einem periodischen und einem aperiodischen Profil unterschieden. Die Auswahl der Messbedingungen basiert auf der Art der Toleranzgrenze: oberer Grenzwert U (Upper Tolerance Limit), unterer Grenzwert L (Lower Tolerance Limit) oder oberer und unterer Grenzwert UL (Bilateral Tolerance).

Die erste genannte Kenngröße in der Zeichnungsangabe entscheidet über die verwendeten Messbedingungen. Im einfachsten Fall reicht die Toleranz.

In der Evovis-Software werden die Messbedingungstabellen automatisch verwendet.

Messbedingungen: grundsätzliche Default-Einstellungen für alle Kenngrößen

Kriterium	Default-Einstellung
Verfahren der Profilerfassung	Mechanisches Profil
Profilrichtung	Die Richtung, die die Höchstwerte der Höhenkenngrößen der Rauheit ergibt (senkrecht zur vorherrschenden Richtung der Bearbeitungsspuren)
Profilposition	Die Profilposition ist abhängig von der Toleranzakzeptanzregel nach DIN EN ISO 21920-1. Für die Höchstwert-Toleranzakzeptanzregel: Ort auf dem Teil der Oberfläche, an dem die kritischen Werte zu erwarten sind. Wenn dieser Ort nicht eindeutig identifiziert werden kann, müssen getrennte Spuren gleichmäßig über diesen Teil der Oberfläche verteilt werden.
Toleranztyp	Obere Toleranzgrenze
Toleranzakzeptanzregel	Höchstwert-Toleranzakzeptanzregel Tmax nach DIN EN ISO 21920-1
Typ des Profil-S-Filters	Gauß-Filter nach DIN EN ISO 16610-21
Typ des Profil-L-Filters (für R-Kenngrößen)	Gauß-Filter nach DIN EN ISO 16610-21 Ausnahme: das Default-L-Filter für Rk, Rpk, Rvk, Rpkx, Rvxx, Rmrk1, Rmrk2, Rak1, Rak2, Rpq, Rmq und Rvq ist das robuste Gauß-Filter zweiter Ordnung nach DIN EN ISO 16610-31
Typ des Profil-S-Filters (für W-Kenngrößen)	
Assoziationsverfahren und Element des Profil-F-Operators	Assoziation und Entfernen des festgelegten Formelements mit dem insgesamt kleinsten Abweichungsquadrat

Messbedingungen: Default-Einstellungen für Kenngrößen basierend auf der oberen Toleranzgrenze¹

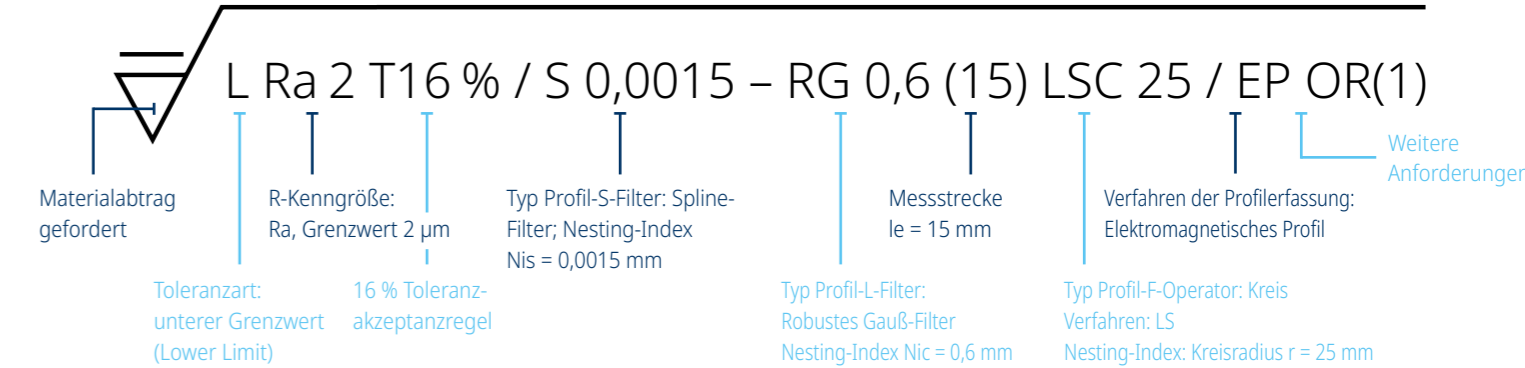
Spezifizierte Kenngröße	Einheit	Obere Toleranzgrenze U der spezifizierten Kenngröße				
Rz	µm	U ≤ 0,16	0,16 < U ≤ 0,8	0,8 < U ≤ 16	16 < U ≤ 80	U > 80
Ra	µm	U ≤ 0,02	0,02 < U ≤ 0,1	0,1 < U ≤ 2	2 < U ≤ 10	U > 10
Rp	µm	U ≤ 0,06	0,06 < U ≤ 0,3	0,3 < U ≤ 6	6 < U ≤ 30	U > 30
Rv	µm	U ≤ 0,10	0,10 < U ≤ 0,5	0,5 < U ≤ 10	10 < U ≤ 50	U > 50
Rq	µm	U ≤ 0,032	0,032 < U ≤ 0,16	0,16 < U ≤ 3,2	3,2 < U ≤ 16	U > 16
Rzx	µm	U ≤ 0,23	0,23 < U ≤ 1,15	1,15 < U ≤ 23	23 < U ≤ 115	U > 115
Rt	µm	U ≤ 0,26	0,26 < U ≤ 1,3	1,3 < U ≤ 26	26 < U ≤ 130	U > 130
Pt	µm	U ≤ 0,27	0,27 < U ≤ 1,35	1,35 < U ≤ 27	27 < U ≤ 135	U > 135
Einstellungs-kategorie	-	Sc1	Sc2	Sc3	Sc4	Sc5
Nesting-Index des Profil-L-Filters Nic (Grenzwellenlänge λc)	mm	0,08	0,25	0,8	2,5	8
Auswertelänge le*	mm	0,4	1,25	4	12,5	40
Nesting-Index des Profil-S-Filters Nis (Grenzwellenlänge λs)	µm	2,5	2,5	2,5	8	25
Maximaler Abtastabstand dx	µm	0,5	0,5	0,5	1,5	5
Maximaler Nennspitzenradius rtip	µm	2	2	2	5	10
Nur für Abschnittlängenkenngrößen, z. B. Rz, Rp, Rv						
Abschnittlänge lsc**	mm	0,08	0,25	0,8	2,5	8
Anzahl Abschnitte nsc	-	5	5	5	5	5

* Ausnahme: die Default-Auswertelänge le für P-Kenngrößen ist die Länge des spezifizierten Geometrielements.

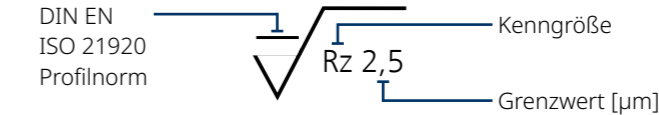
** Ausnahme: die Default-Abschnittlänge lsc für P-Kenngrößen aus Abschnittlängen beträgt le/5.

¹ Default-Einstellungen basierend auf der unteren Toleranzgrenze L und der zweiseitigen Toleranzgrenze UL werden in der DIN EN ISO 21920 in entsprechenden Tabellen ausgewiesen

Zeichnungseintragungen nach DIN EN ISO 21920

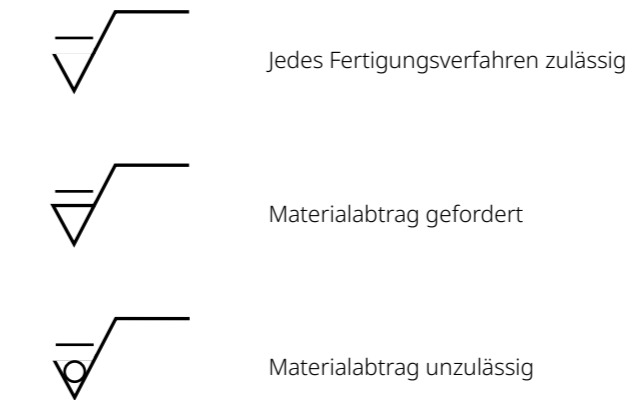


Mindestangaben in Zeichnungen



Die Mindestangabe ist nur für folgende Kenngrößen mit festgelegten Defaults zulässig: Rz, Ra, Rp, Rv, Rq, Rzx, Rt und Pt.

Angaben zum Fertigungsverfahren



Beispiele

<p>Materialabtragende Bearbeitung; Rz = max. 4 µm</p>	<p>Materialabtragende Bearbeitung; unterer Grenzwert für Rz gefordert; Rz = min. 2,5 µm</p>
<p>Materialabtragende Bearbeitung; oberer und unterer Grenzwert für Ra gefordert: Ra = min. 1 µm und max. 4 µm</p>	<p>Materialabtragende Bearbeitung; Rzx = max. 4 µm; Sc3 bestimmt die Mess- und Filterbedingungen (abweichend von den durch die Toleranz bestimmten Defaultwerten)</p>
<p>Materialabtragende Bearbeitung; P-Profil; Taststrecke = 2 mm; Pt = max. 4 µm</p>	<p>Materialabtragende Bearbeitung; Rz = max. 1 µm; Filterwahl Nis = 0,008 mm und Nic = 2,5 mm (von Nic leiten sich die restlichen Mess- und Filterbedingungen ab)</p>