

Ersatz für Ausgabe März 2009

Inhalt:

1. Zweck und Anwendung
2. Oberflächenrauheit
 - 2.1. Allgemeines
 - 2.2. Kenngrößen
 - 2.2.1. Arithmetischer Mittenrauwert R_a
 - 2.2.2. Maximale Rauheitsprofilhöhe R_z
3. Geräte zur Rauheitsmessung
 - 3.1. Oberflächenvergleichsmuster
 - 3.2. Tastschnittmessgeräte
 - 3.3. Optische Geräte
 - 3.3.1. Streulicht-Verfahren
 - 3.3.2. Fokus-Detektor-Verfahren
4. Schrifttum
 - 4.1. Regelwerk
 - VDI-Richtlinien
 - Sonstige Regelwerke

1. Zweck und Anwendung

Das Merkblatt gibt Hinweise für die praktische und einheitliche Handhabung der Verfahren zur Rauheitsmessung an thermisch gespritzten Schichten. Es werden Möglichkeiten und Grenzen vorgestellt, diesen Schichten bezüglich ihrer wesentlichen Eigen-

schaften genormte Zahlenwerte zuzuordnen, die aussagefähige Angaben über ihr späteres Funktionsverhalten liefern.

2. Oberflächenrauheit

2.1. Allgemeines

Die Beschichtung von technisch hergestellten Körpern führt mehr oder weniger stark zu Abweichungen der Oberflächentopographie. Diese Abweichungen unterteilt man in

- Form- und Lageabweichungen
- Welligkeit
- Rauheit

Während man Form- und Lageabweichungen als Grobgestaltabweichungen bezeichnet, versteht man unter Welligkeit und Rauheit Feingestaltabweichungen. Nach DIN 4760 werden diese Gestaltabweichungen in 6 Ordnungen unterteilt. Die in diesem Merkblatt behandelte Rauheitsmessung bezieht sich auf die Messung der Gestaltabweichungen 3. bis 5. Ordnung, die als Rauheit bezeichnet werden (Bild 1).

Nachdruck und Kopie, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers

Gestaltabweichung (als Profilschnitt überhöht dargestellt)	Beispiele für die Art der Abweichung	Beispiele für die Entstehungsursache
1. Ordnung: Formabweichung 	Geradheits-, Ebenheits-, Rundheitsabweichung, ...	Fehler in den Führungen der Werkzeugmaschine. Durchbiegung der Maschine oder des Werkstückes, falsche Einspannung des Werkstückes, Härteverzug, Verschleiß
2. Ordnung: Welligkeit 	Wellen (siehe DIN 4760)	Außermittige Einspannung, Form- oder Laufabweichungen eines Fräasers, Schwingungen der Werkzeugmaschine oder des Werkzeuges
3. Ordnung: Rauheit 	Rillen (siehe DIN 4761)	Form der Werkzeugschneide, Vorschub oder Zustellung des Werkzeuges
4. Ordnung: Rauheit 	Riefen, Schuppen, Kuppen (siehe DIN 4761)	Vorgang der Spanbildung (Reißspan, Scherspan, Aufbauschneide), Werkstoffverformung beim Strahlen, Knospenbildung bei galvanischer Behandlung
5. Ordnung: Rauheit Anmerkung: nicht mehr in einfacher Weise bildlich darstellbar	Ungefügestruktur	Kristallisationsvorgänge, Veränderung der Oberfläche durch chemische Einwirkung (z. B. Beizen), Korrosionsvorgänge
6. Ordnung: Anmerkung: nicht mehr in einfacher Weise bildlich darstellbar	Witteraufbau des Werkstoffes	

Die dargestellten Gestaltabweichungen 1. bis 4. Ordnung überlagern sich in der Regel zu der Istoberfläche Beispiel:



Bild 1 Gestaltabweichungen (nach DIN 4760).

Die Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als eine wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS, Ausschuss für Technik, Arbeitsgruppe „Thermische Beschichtungsverfahren“

Rauheit wird weiterhin definiert als regelmäßig oder unregelmäßig wiederkehrende Abweichungen der Istoberfläche von der geometrischen Oberfläche, bei denen das Verhältnis der Abstände zur Tiefe im Allgemeinen zwischen 100:1 und 5:1 liegt (DIN 4760). Unter einer geometrischen Oberfläche versteht man eine Oberfläche, deren Nennform durch die Zeichnung und/oder andere technische Unterlagen definiert ist. Die Istoberfläche ist das messtechnisch erfasste, angenäherte Abbild der wirklichen Oberfläche eines Formelementes.

Da das Profil einer technischen Oberfläche im Allgemeinen aus einer Überlagerung von Formabweichungen, Welligkeit und Rauheit besteht, ist es für eine Rauheitsmessung (Berechnung der Kenngrößen) notwendig, die anderen Abweichungen herauszufiltern. Dieses gilt insbesondere für die Trennung von Welligkeit und Rauheit, bei der man sich im Allgemeinen einer elektrischen Filterung (Profilfilter) bedient. Der bei der Rauheitsmessung zum Einsatz kommende Hochpassfilter hat demzufolge die Aufgabe, die längerwelligen Abweichungen (Welligkeit und Teile der Formabweichung) zu unterdrücken. Von besonderem Interesse ist die Wahl der Grenzwellenlänge λ_c des Filters (Wellenlänge, bei der die Wirkung des Wellenfilters einsetzt). Um große Messfehler durch eine falsche Einstellung des Wellenfilters auszuschließen, ist die Wahl der Grenzwellenlänge für den Einsatz von Tastschnittgeräten genormt (DIN EN ISO 4288). In diesem Merkblatt wird zwischen periodischen und aperiodischen Oberflächenprofilen unterschieden. Verfahrensbedingt kann man bei thermisch gespritzten Schichten von aperiodischen Profilen ausgehen, bei denen die Grenzwellenlänge in Abhängigkeit von R_z oder R_a gewählt wird (Tabelle 1).

Tabelle 1. Zuordnungen der Grenzwellenlänge λ_c , der Messstrecke l_n , der Taststrecke l_t und des Tastspitzenradius r_{tip} zu verschiedenen Rauheitsintervallen für aperiodische Profile.

R_a [μm]	R_z [μm]	r_{tip} [μm]	$\lambda_c = l_r$ [mm]	l_n [mm]	l_t [mm]
> 0,006 bis 0,02	> 0,025 bis 0,1	2	0,08	0,4	0,48
> 0,02 bis 0,1	> 0,1 bis 0,5	2	0,25	1,25	1,5
> 0,1 bis 2	> 0,5 bis 10	2*)	0,8	4	4,8
> 2 bis 10	> 10 bis 50	5	2,5	12,5	15
> 10 bis 80	> 50 bis 200	10	8	40	48

*) bei $R_z > 3 \mu\text{m}$ bzw. $R_a > 0,5 \mu\text{m}$ kann der Tastschneidspitzenradius $r_{tip} = 5 \mu\text{m}$ verwendet werden.

r_{tip} Maximaler Tastschneidspitzenradius

λ_c Grenzwellenlänge

l_r Einzelmessstrecke

l_n Messstrecke

l_t Taststrecke
(Messstrecke mit Vorlauf- und Nachlaufstrecken)

Für den praktischen Gebrauch der Tabelle 1 kann der Rauheitswert zur Ermittlung der Grenzwellenlänge zunächst visuell am Werkstück abgeschätzt werden.

2.2. Kenngrößen

Zur Beurteilung der Oberflächenrauheit sind ihre Zahlenwerte zuzuordnen, die ihre wesentlichen Eigenschaften hinsichtlich ihres späteren Funktionsverhaltens beschreiben. Aus diesem Grunde ist eine Vielzahl von Oberflächenmessgeräten entwickelt worden, die eine große Anzahl von Oberflächenkennwerten liefern. Die zu verwendenden Kenngrößen müssen jeweils im Hinblick auf die Kriterien ausgewählt werden, die voneinander unterschieden werden sollen.

Dieses Merkblatt behandelt im Folgenden die zwei wichtigsten und gebräuchlichsten Kenngrößen.

Unter Umständen kann die Berücksichtigung weiterer Kenngrößen (z. B. Traganteil) in Absprache mit dem Auftraggeber notwendig werden.

Bezugslinie für die Definition der Kenngrößen innerhalb einer Bezugsstrecke l_r ist die Mittellinie. Die Auswertelänge ist die Messstrecke, die für die Profilauswertung verwendet wird. Falls nicht anders festgelegt, erfolgt die Ermittlung der Rauheitskenngrößen über $l_n = 5 l_r$.

2.2.1. Arithmetischer Mittenrauwert R_a

R_a ist der arithmetische Mittelwert der absoluten Abweichungen des Rauheitsprofils von der mittleren Linie innerhalb der Messstrecke l_n . Die mittlere Linie ist diejenige Linie, die parallel zur allgemeinen Richtung des Rauheitsprofils dieses so teilt, dass die Summe der werkstoffgefüllten Flächen über und der werkstofffreien Flächen unter ihr gleich sind. R_a ist damit gleichbedeutend mit der Höhe eines Rechtecks, dessen Länge gleich der Messstrecke l_n und das flächengleich mit der Summe der zwischen Rauheitsprofil und mittlerer Linie eingeschlossenen Fläche ist (Bild 2).

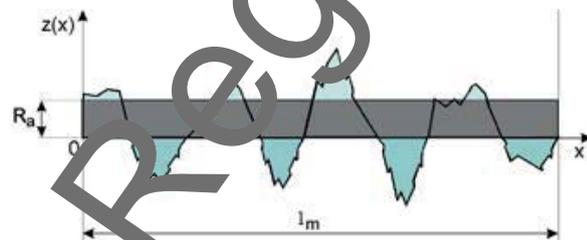


Bild 2. Arithmetischer Mittenrauwert R_a (nach DIN EN ISO 4287, Ausg. Okt. 1998).

2.2.2. Maximale Rauheitsprofilhöhe R_z

R_z bezeichnet hier die Summe der höchsten Profilerhebung und des tiefsten Profiltals innerhalb der Messstrecke l_n . Damit entspricht R_z dem früher gebräuchlichen Kennwert R_t (vgl. DIN 4768, Ausg. Mai 1990, zurückgezogen) (Bild 3).

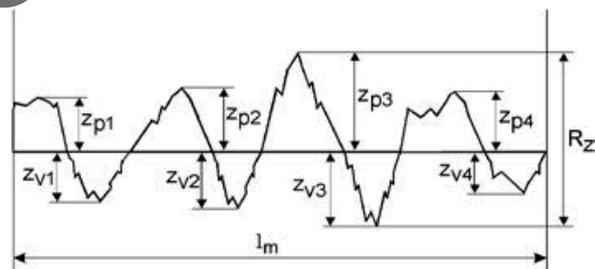


Bild 3. Maximale Profilhöhe R_z (nach DIN-EN-ISO 4287, Ausg. Okt. 1998).

3. Geräte zur Rauheitsmessung

Zur Erfassung der Feingestaltabweichung (Rauheit) steht eine Anzahl verschiedener Mess- und Prüfverfahren zur Verfügung, die sich in drei Gruppen einteilen lassen:

a) Oberflächen-Vergleichsmusterverfahren

- Sicht- und Tastvergleichsprüfung

b) Tastschnittmessgeräte

- Geräte mit pneumatischen, induktiven und kapazitiven Wegaufnehmern

c) optische Rauheitsmessgeräte

- Streulichtverfahren
- Fokus-Detektor-Verfahren