MarSurf. Oberflächen-Kenngrößen

Mahr

Wirkliche Oberfläche (Werkstückoberfläche) trennt einen Körper von seiner Umgebung (DIN EN ISO 4287).

Tastschnittverfahren ist eine messtechnische Methode zur zweidimensionalen Erfassung einer Oberfläche: Eine Vorschubeinrichtung bewegt ein Tastsystem mit konstanter Geschwindigkeit horizontal über die Oberfläche (DIN EN ISO 3274).

Ertastetes Profil ist das nach dem Tastschnittverfahren erfasste Hüllprofil der wirklichen Oberfläche. Es enthält als wichtigste Gestaltabweichungen: Formabweichungen, Welligkeit und Rauheit (DIN EN ISO 3274, DIN 4760).

Kenngrößen werden, falls nicht anders angegeben, an einer Einzelmessstrecke definiert. Ergebnisse werden als Mittelwerte aus mehreren Einzelmessstrecken berechnet. Für Rauheitskenngrößen sind fünf Einzelmessstrecken Standard. Bei Kennkurven und zugehörigen Kennwerten (z.B. Materialanteil) werden die Messdaten der Gesamtmessstrecke zugrunde gelegt (DIN EN ISO 4288).

Taststrecke lt ist die Strecke, die das Tastsystem zur Erfassung des ertasteten Profils insgesamt zurücklegt. Sie ist die Summe aus Vorlaufstrecke, Gesamtmessstrecke ln und Nachlaufstrecke.

Grenzwellenlänge λc eines Profilfilters legt fest, welche Wellenlängen der Rauheit und welche der Welligkeit zugeordnet werden.

Einzelmessstrecke lr für die Rauheit ist ein Teil der Taststrecke lt mit der Länge der Grenzwellenlänge λc.
Die Einzelmessstrecke **lp** bzw. **lw** für das P-Profil bzw. W-Profil ist gleich der Messstrecke und ist die Bezugsstrecke für die Auswertung.

(Gesamt-)Messstrecke ln ist derjenige Teil der Taststrecke, der ausgewertet wird. Sie umfasst im Standardfall für Rauheitsauswertung fünf aneinandergereihte Einzelmessstrecken lr .

Vorlaufstrecke dient zum Einschwingen der Filter.

Nachlaufstrecke dient zum Ausschwingen der Filter.

Geometrische Produktspezifikation (GPS)

DIN EN ISO 14638

Geometrische Produktspezifkation (GPS) umfasst konzeptionell verschiedene Arten von Normen, die geometrische Eigenschaften eines Produktes in Konstruktion, Fertigung, Prüfung, Qualitätssicherung usw. beschreiben.

Im **GPS-Matrix-Modell** werden in den Zeilen Normenketten für die verschiedenen Merkmale wie z.B. Maß, Abstand, Formmerkmale, Rauheit, Welligkeit usw. gebildet.
Die Spalten (= Kettenglieder) sind:
1. Zeichnungsangaben (DIN EN ISO 1302)
2. Theoretische Definitionen (DIN EN ISO 4287, 16610, 12085 und 13565)
3. Definition der Kenngrößen (DIN EN ISO 4288, 16610, 12085 und 13565)
4. Ermittlung der Abweichungen (DIN EN ISO 4288 und 12085)
5. Anforderungen an die Messeinrichtungen (DIN EN ISO 3274)
6. Kalibrieranforderungen (DIN EN ISO 5436, 12179)

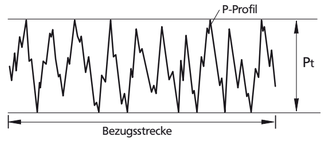
Für **Oberflächenkenngrößen** sind die wichtigsten Normen in () angegeben.

Pt Profiltiefe

DIN EN ISO 4287

Profiltiefe Pt (= Gesamthöhe des P-Profils) ist die Summe aus der Höhe der größten Profilspitze und der Tiefe des größten Profiltals des P-Profils innerhalb der Messstrecke.
Die Länge der Bezugsstrecke ist anzugeben.

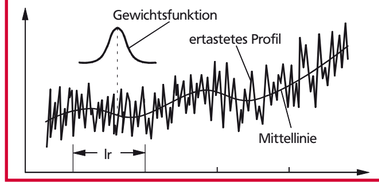
P-Profil (Primärprofil) entsteht aus dem ertasteten Profil
- durch Beseitigung der Nennform nach der Methode der kleinsten Summe der Abweichungsquadrate auf der Linie der vorgegebenen Form, z.B. einer Regressionsgeraden und
- durch Abtrennung sehr kurzer Wellenlängen, die nicht in die Auswertung einbezogen werden, mit dem λs-Profilfilter. Durch die kurzwellige Grenzwellenlänge λs wird die Vergleichbarkeit wesentlich verbessert. (DIN EN ISO 3274)



Profilfilter: Gauß-Filter

DIN EN ISO 16610-21, ASME B46.1

Profilfilter trennen ein Profil in langwellige und kurzwellige Anteile. Das λc-Profilfilter definiert den Übergang von der Rauheit zur Welligkeit.
Mittellinie entsteht bei einem phasenkorrekten Filter, indem für jede Stelle des Profils ein gewichteter Mittelwert gebildet wird.
Gewichtsfunktion gibt für jede Profilstelle an, mit welchem Bewertungsfaktor die benachbarten Profilpunkte in die Mittelwertbildung eingehen (Gaußsche Glockenkurve).
R-Profil (Rauheitsprofil) ist die Abweichung des Primärprofils von der Mittellinie des λc-Profilfilters. Bei der Darstellung des Rauheitsprofils ist die Mittellinie die Nullinie.



Wahl der Grenzwellenlänge

DIN EN ISO 4288, ASME B46.1

Periodische Profile	Aperiodische Profile		Grenzwellenlänge (Cutoff)	Einzel-/ Gesamtmessstrecke
Rsm (mm)	**Rz** (µm)	**Ra** (µm)	**λc** (mm)	**lr / ln** (mm)
> **0,013** bis **0,04**	bis **0,1**	bis **0,02**	**0,08**	**0,08 / 0,4**
> **0,04** bis **0,13**	> **0,1** bis **0,5**	> **0,02** bis **0,1**	**0,25**	**0,25 / 1,25**
> **0,13** bis **0,4**	> **0,5** bis **10**	> **0,1** bis **2**	**0,8**	**0,8 / 4**
> **0,4** bis **1,3**	> **10** bis **50**	> **2** bis **10**	**2,5**	**2,5 / 12,5**
> **1,3** bis **4**	> **50** bis **200**	> **10** bis **80**	**8**	**8 / 40**

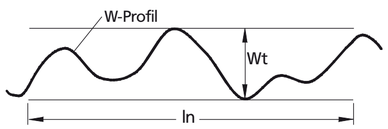
Wt Wellentiefe

DIN EN ISO 4287, ASME B46.1

Wellentiefe Wt (= Gesamthöhe des W-Profils) ist die Summe aus der Höhe der größten Profilspitze und der Tiefe des größten Profiltals des W-Profls innerhalb der Messstrecke.

Die Länge der Messstrecke ln (= Bezugsstrecke) ist anzugeben.

W-Profil (Welligkeitsprofil) ist die mittlere Linie, die durch das λc-Profilfilter aus dem P-Profil erzeugt wird. Darin sind die langwelligen Anteile, die der Form zuzuordnen sind, nicht enthalten.



WDSm, WDc, WDt Dominante Welligkeit

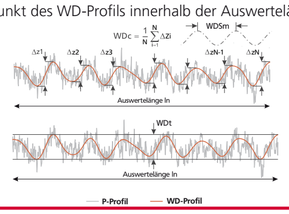
VDA 2007

Einführung: Die Auswertemethode erkennt periodische dominante Ausprägungen; aus diesem neuartigen Welligkeitsprofils **(WD-Profil)** werden Kenngrößen abgeleitet.

WDSm: Die aus dem Amplitudenspektrum ermittelte mittlere horizontale Größe der Profilelemente (mittlere Periodenlänge der dominanten Welligkeit).

WDc: Mittelwert aus den Höhen der Profilelemente innerhalb der Auswertelänge.

WDt: Vertikale Differenz zwischen dem höchsten und tiefsten Punkt des WD-Profils innerhalb der Auswertelänge.



Ra, Rq Mittenrauwerte

DIN EN ISO 4287, ASME B46.1

Mittenrauwert Ra ist der arithmetische Mittelwert der Beträge aller Profilwerte des Rauheitsprofils.

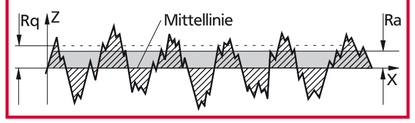
$$Ra = \frac{1}{l}\int_0^l |Z(x)|\, dx$$

Mittenrauwert Rq ist der quadratische Mittelwert aller Profilwerte des Rauheitsprofils.

$$Rq = \sqrt{\frac{1}{l}\int_0^l Z^2(x)\, dx}$$

Z(x) = Profilwerte des Rauheitsprofils.

Für Ra werden auch die Bezeichnungen AA und CLA verwendet, für Rq die Bezeichnung RMS.



Rp, Rv

DIN EN ISO 4287, ASME B46.1

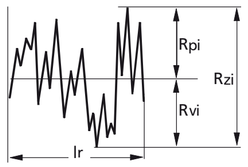
Rpi ist die Höhe der größten Profilspitze des Rauheitsprofils innerhalb einer Einzelmessstrecke.

Rvi ist die Tiefe des größten Profiltals des R-Profils innerhalb einer Einzelmessstrecke.

Die Summe Rpi + Rvi ist die Einzelrautiefe Rzi.

Rp bzw. Rv ist der arithmetische Mittelwert der Rpi bzw. Rvi.

Gemäß ASME B46.1 bezeichnen Rp die höchste Profilspitze und Rv das tiefste Profiltal innerhalb der Messstrecke ln.
Gemäß ASME B46.1 gilt Rp + Rv = Rt.



Rz, Rmax Rautiefe

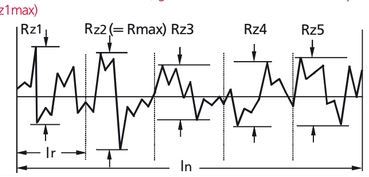
DIN EN ISO 4287, VDA 2006, ASME B46.1

Einzelrautiefe Rzi ist die Summe aus der Höhe der größten Profilspitze und der Tiefe des größten Profiltals des Rauheitsprofils innerhalb einer Einzelmessstrecke.
Rautiefe Rz ist der arithmetische Mittelwert der Einzelrautiefen **Rzi** aufeinanderfolgender Einzelmessstrecken:

$$Rz = \frac{1}{n}(Rz1 + Rz2 + \ldots + Rzn)$$

Die Rz-Definition entspricht der Definition in DIN 4768:1990. Die früher in ISO 4287:1984 enthaltene Zehnpunkthöhe Rz ist gestrichen worden, ebenso das Kurzzeichen Ry.

Maximale Rautiefe Rmax ist die größte Einzelrautiefe innerhalb der Gesamtmessstrecke. (vgl. DIN EN ISO 4288; Rmax entspricht Rz1max)

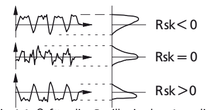


Rsk, Rku

DIN EN ISO 4287, ASME B46.1

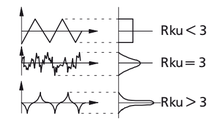
Schiefe Rsk (Skewness) ist ein Maß für die Unsymmetrie der Amplitudendichtekurve. Eine negative Schiefe kennzeichnet eine Oberfläche mit gutem Tragverhalten.

$$Rsk = \frac{1}{Rq^3}\left[\frac{1}{lr}\int_0^{lr} Z^3(x)\, dx\right]$$



Steilheit Rku (Kurtosis) ist ein Maß für die Steilheit der Amplitudendichtekurve. Bei normalverteilten Profilwerten ist Rku = 3.

$$Rku = \frac{1}{Rq^4}\left[\frac{1}{lr}\int_0^{lr} Z^4(x)\, dx\right]$$



Die Kenngrößen Schiefe und Steilheit werden stark von einzelnen Spitzen und Tälern beeinflusst, wodurch ihre praktische Bedeutung reduziert wird.

Rmr, tp Materialanteil

DIN EN ISO 4287, ASME B46.1

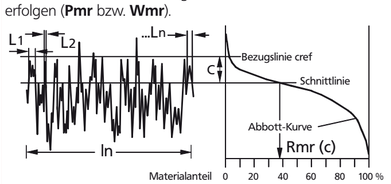
Materialanteil Rmr (in ASME tp) ist das in Prozent angegebene Verhältnis von materialerfüllter Länge zur Gesamtmessstrecke ln im Schnittniveau c.

$$Rmr = \frac{1}{ln}(L1 + L2 + \ldots + Ln)\ 100\ [\%]$$

Schnittniveau c ist der Abstand der ausgewerteten Schnittlinie zur gewählten Bezugslinie cref.

Materialanteilkurve (Abbott-Kurve) gibt den Materialanteil **Rmr** in Abhängigkeit vom Schnittniveau c an.

Die Materialanteilauswertung kann auch am P- oder W-Profil erfolgen (**Pmr** bzw. **Wmr**).



Rk, Rpk, Rvk, Mr1, Mr2

DIN EN ISO 13565-1 und -2

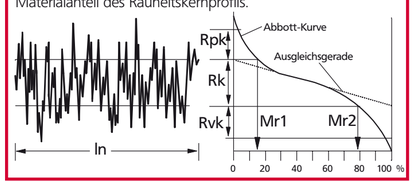
Ein Sonderfilterverfahren mit Riefenunterdrückung ergibt das Rauheitsprofil nach 13565-1. Eine spezielle Ausgleichsgerade an der Abbott-Kurve teilt diese in drei Bereiche, aus denen die Kenngrößen nach 13565-2 berechnet werden:

Kernrautiefe Rk ist die Tiefe des Rauheitskernprofils.

Reduzierte Spitzenhöhe Rpk ist die gemittelte Höhe der aus dem Kernbereich herausragenden Spitzen.

Reduzierte Riefentiefe Rvk ist die gemittelte Tiefe der aus dem Kernbereich herausragenden Riefen.

Mr1 und **Mr2** bezeichnen den kleinsten und den größten Materialanteil des Rauheitskernprofils.



RSm, RΔq

DIN EN ISO 4287, ASME B46.1

Mittlere Rillenbreite RSm ist der arithmetische Mittelwert der Breiten der Profilelemente des Rauheitsprofils.

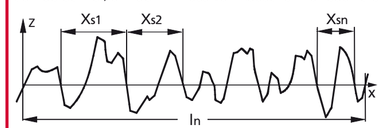
$$RSm = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Xsi$$

Ein Profilelement ist eine Profilerhebung mit einer benachbarten Vertiefung. Eine ältere Bezeichnung der Kenngröße RSm ist Ar.

Mittlere Profilsteigung RΔq ist der quadratische Mittelwert der lokalen Profilsteigungen des Rauheitsprofils.

$$R\Delta q = \sqrt{\frac{1}{l}\int_0^l \left(\frac{dz}{dx}\right)^2 dx}$$

Die lokalen Profilsteigungen werden über eine Glättungsfunktion berechnet, um den Einfluss von Rauschen zu reduzieren.



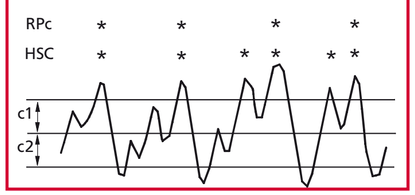
RPc Spitzenzahl

DIN EN 10049, ASME B46.1

Spitzenzahl RPc ist die Anzahl Profilelemente (s. RSm) pro cm, die das eingestellte obere Schnittniveau c1 überschreiten und nachfolgend das untere c2 unterschreiten.

Neben der Spitzenzahl RPc wird gelegentlich die Kenngröße HSC (High spot count) verwendet:

HSC ist die Anzahl Profilspitzen pro cm, die das eingestellte Schnittniveau c1 überschreitet.



© by Mahr GmbH, Göttingen

Änderungen an unseren Erzeugnissen, besonders aufgrund technischer Verbesserungen und Weiterentwicklungen, müssen wir uns vorbehalten.
Alle Abbildungen und Zahlenangaben usw. sind daher ohne Gewähr.

Wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Maßgebend für das Anwenden der Norm ist deren Fassung mit dem neusten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

http://www.din.de • http://www.beuth.de

Mahr GmbH

Postfach 1853 • 37008 Göttingen
Carl-Mahr-Str. 1 • 37073 Göttingen
Tel.: +49 551 7073-800
Fax: +49 551 7073-888
e-mail: info@mahr.de • http://www.mahr.de

www.mahr.de/mahrparameter

Ausgabe: 01.09.2015 - 3762814 - Printed in Germany