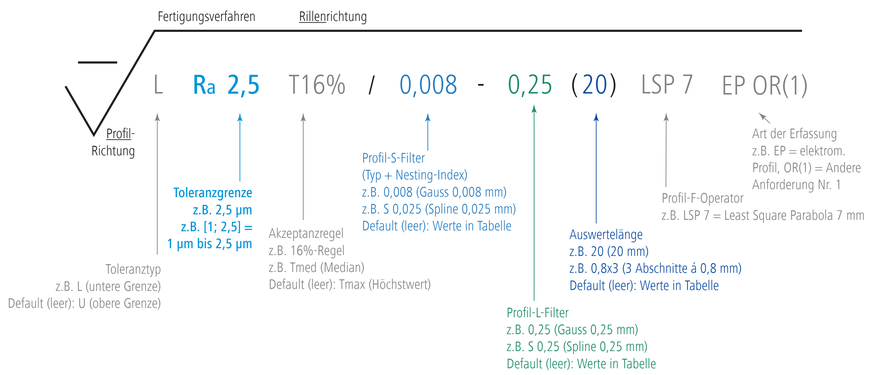
Spezifikationssymbole

Mithilfe der Spezifikationssymbolik für die Oberflächenkennwerte lässt sich die Art der Oberflächenbearbeitung definieren.

Alle Bearbeitungsverfahren zulässig („APA" – Any Process Allowed)

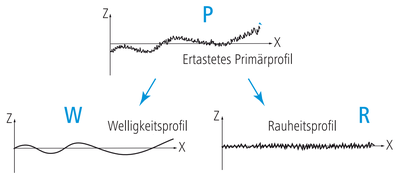
Materialabtrag vorgeschrieben („MRR" – Material Removal Required)

Materialabtrag unzulässig / Oberfläche bleibt im Anlieferungszustand („NMR" – No Material Removal)



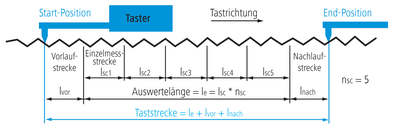
Oberflächen-Definitionen

Jede technische Oberfläche beinhaltet Rauheit, Welligkeit und Form.
Rauheit: Oberflächenstruktur mit kurzen Intervallen.
Welligkeit: Oberflächenstruktur mit längeren Intervallen.
Form: Oberflächenstruktur einschließlich noch längerer Intervalle.



Die wichtigsten Abkürzungen und Begriffe sind hier aufgelistet:

P	Primärprofil: Das ausgerichtete, mit N_{IS} gefilterte Gesamtprofil. Das Primärprofil besteht aus Rauheit, Welligkeit und Form.
R	Rauheitsprofil: Profil, in dem die langwelligen Profilanteile mit dem Profilfilter N_{IC} gedämpft sind (Primär-Profil ohne Welligkeit).
W	Welligkeitsprofil: Profil, in dem langwellige und kurzwellige Profilanteile mit N_{IC} und F in ihren Amplituden gedämpft sind.
N_{IS}	Nesting Index S: „Grenzwellenlänge" für Profil-S-Filter (S = Short). Tiefpass: der Profil-S-Filter entfernt kurzwellige Anteile (ersetzt λs).
N_{IC}	Nesting Index C: „Grenzwellenlänge" für Profil-L-Filter (L = Long). Hochpass: der Profil-L-Filter entfernt kurzwellige Anteile (ersetzt λc).
F	F-Operator: Entfernung der Nennform, um ein form-freies Rauheitsprofil zu erhalten (ersetzt λf).



l_e	Auswertelänge (Evaluation Lenght): der Teil der erfassten Strecke, der ausgewertet wird (ersetzt lm bzw. ln).
l_{sc}	Einzelmessstrecke (Section Lenght): für Kenngrößen, die aus mehreren Abschnitten berechnet werden, z.B. Rz, Rp, Rv.
n_{sc}	Anzahl der Einzelmessstrecken (Number of Sections): für Kenngrößen, die aus mehreren Abschnitten berechnet werden, z.B. Rz, Rv.
r_{tip}	Maximaler nomineller Tastspitzenradius (Radius of stylus tip) in µm.
d_x	Maximaler Profilpunktabstand (Distance of points) in µm.
Sc_n	Setting Class, z.B. Sc1, Sc2, ... Definiert die in der grau hinterlegten Tabelle zu verwendende Spalte für die Einstellwerte.

Defaultwerte

Für die Rauheitskennwerte reicht es, entweder die Setting Class *Sc* oder den Nesting-Index *Nic* (für P-Kennwerte *Nis*) anzugeben, um die anderen Defaults in derselben Spalte zu aktivieren. Es kann also z.B. folgende Angabe ausreichend sein: Rvt 0.6 / Sc2 Diese Angabe ist vollständig dann: Rvt 0.6 Tmax / 0.0025 - 0.25 (5x0.25)

Sc (Setting Class)	Sc1	Sc2	Sc3	Sc4	Sc5
Nic	0,08 mm	0,25 mm	0,8 mm	2,5 mm	8 mm
le	0,4 mm	1,25 mm	4 mm	12,5 mm	40 mm
	Ausnahme: Für P-Kenngrößen ist der Wert für *le* die Länge des spezifizierten Elements				
Nis	2,5 µm	2,5 µm	2,5 µm	8 µm	25 µm
dx	0,5 µm	0,5 µm	0,5 µm	1,5 µm	5 µm
rtip	2 µm	2 µm	2 µm	5 µm	10 µm
Nur für Kenngrößen aus Profilabschnitten (z.B. Rz, Rp, Rv):					
lsc	0,08 mm	0,25 mm	0,8 mm	2,5 mm	8 mm
nsc	5	5	5	5	5

Für die Kennwerte Ra, Rq, Rz, Rp, Rv, Rzx und Rt sind in DIN EN ISO 21920 Defaultwerte festgelegt, die von der Größe des Toleranzwertes abhängig sind. Diese sind in der unten stehenden Tabellen hinterlegt. Dadurch gelten auch alle anderen Einstellwerte der selben Setting Class *Sc*. Es kann also z.B. folgende Angabe ausreichend sein: Ra 0.2

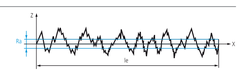
Kenngröße	Obere Toleranzgrenze (U) der spezifizierten Kenngröße				
Folgende **obere** Toleranzgrenzen definieren die Setting Class *Sc*:					
Rz in µm	U ≤ 0,16	0,16 < U ≤ 0,8	0,8 < U ≤ 16	16 < U ≤ 80	U > 80
Ra in µm	U ≤ 0,02	0,02 < U ≤ 0,1	0,1 < U ≤ 2	2 < U ≤ 10	U > 10
Rp in µm	U ≤ 0,06	0,06 < U ≤ 0,3	0,3 < U ≤ 6	6 < U ≤ 30	U > 30
Rv in µm	U ≤ 0,10	0,10 < U ≤ 0,5	0,5 < U ≤ 10	10 < U ≤ 50	U > 50
Rq in µm	U ≤ 0,032	0,032 < U ≤ 0,16	0,16 < U ≤ 3,2	3,2 < U ≤ 16	U > 16
Rzx in µm	U ≤ 0,23	0,23 < U ≤ 1,15	1,15 < U ≤ 23	23 < U ≤ 115	U > 115
Rt in µm	U ≤ 0,26	0,26 < U ≤ 1,3	1,3 < U ≤ 26	26 < U ≤ 130	U > 130
Sc (Setting Class)	Sc1	Sc2	Sc3	Sc4	Sc5

Kenngröße	Untere Toleranzgrenze (L) der spezifizierten Kenngröße				
Folgende **untere** Toleranzgrenzen definieren die Setting Class *Sc*:					
Rz in µm	L ≤ 0,08	0,08 < L ≤ 0,4	0,4 < L ≤ 8	8 < L ≤ 40	L > 40
Ra in µm	L ≤ 0,01	0,01 < L ≤ 0,05	0,05 < L ≤ 1	1 < L ≤ 5	L > 5
Rp in µm	L ≤ 0,03	0,03 < L ≤ 0,15	0,15 < L ≤ 3	3 < L ≤ 15	L > 15
Rv in µm	L ≤ 0,05	0,05 < L ≤ 0,25	0,25 < L ≤ 5	5 < L ≤ 25	L > 25
Rq in µm	L ≤ 0,016	0,016 < L ≤ 0,08	0,08 < L ≤ 1,6	1,6 < L ≤ 8	L > 8
Rzx in µm	L ≤ 0,115	0,115 < L ≤ 0,57	0,57 < L ≤ 11,5	11,5 < L ≤ 57	L > 57
Rt in µm	L ≤ 0,13	0,13 < L ≤ 0,65	0,65 < L ≤ 13	13 < L ≤ 65	L > 65
Sc (Setting Class)	Sc1	Sc2	Sc3	Sc4	Sc5

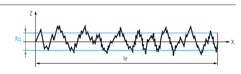
Wichtige Rauheitskennwerte nach ISO 21920

Die wichtigsten Kennwerte nach ISO 21920-2 sind hier aufgezählt:

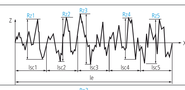
Ra Ra ist der arithmetische Mittelwert der Beträge aller Profilwerte innerhalb der Messstrecke *le*. Ra entspricht den Bezeichnungen AA (Arithmetic Average) und CLA (Center Line Average).



Rq Rq ist der quadratische Mittelwert der Beträge aller Profilwerte innerhalb der Messstrecke *le*.

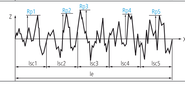


Rz Die „maximale Höhe" Rz entspricht dem arithmetischen Mittelwert der Peak-to-Valley-Abstände aller Einzelmessstrecken *lsc*.



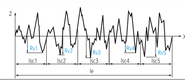
Rp Rp entspricht dem arithmetischen Mittelwert der Spitzenhöhen (Peaks) aller Einzelmessstrecken.

$Rp = \frac{1}{n}(Rp1+Rp2+...+Rpn)$

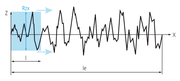


Rv Rv entspricht dem arithmetischen Mittelwert der Talsohlentiefen (Valleys) aller Einzelmessstrecken.

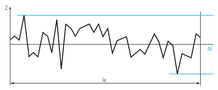
$Rv = \frac{1}{n}(Rv1+Rv2+...+Rvn)$



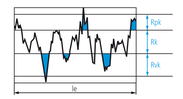
Rzx Die „maximale Abschnitts-Rautiefe" Rzx ist der größte Peak-to-Valley-Abstand innerhalb eines jeden Abschnittes der Länge *l* (meist *l* = *lsc*) innerhalb der Auswertelänge *le*.



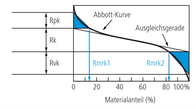
Rt
Rpt
Rvt Die Gesamthöhe Rt ist die Summe der größten Spitzenhöhe und der größten Talsohlentiefe. Die „maximale Spitzenhöhe" Rpt ist die größte Spitzenhöhe aller Abschnittlängen. Die „maximale Talsohlentiefe" Rpt ist die größte Talsohlentiefe aller Abschnittlängen.



Rk
Rpk
Rvk Die Kernhöhe Rk ist der Abstand zwischen dem höchsten und niedrigsten Niveau des Kernprofils. Dieses berechnet sich aus der Abbott-Kurve. Genauso können die „reduzierte Spitzenhöhe" Rpk und die „reduzierte Talsohlentiefe" Rvk berechnet werden.



Rmrk1
Rmrk2 Der Materialanteil der Hügel ist als Rmrk1, der Materialanteil der Täler als Rmrk2 definiert. Die Anteile berechnen sich aus der Abbott-Kurve. Sie ermöglichen funktionsgerechte Beschreibungen hochbeanspruchter Funktionsflächen, z.B. Dichtflächen und Schmiergleitflächen (ersetzen Mr1 und Mr2).



Rc Rc ist die „mittlere Höhe" des Rauheitsprofils. Sie wird als arithmetischer Mittelwert der einzelnen Höhen Zs der Profilelemente berechnet.

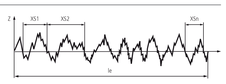
Rc = 1/n * (Z1 +Z2 + ... + Zn)

Rcx Rc ist die „maximale Höhe" des Rauheitsprofils. Sie wird als Maximumswert der einzelnen Höhen Z der Profilelemente berechnet.

Rcx = max(Z1 +Z2 + ... + Zn)

Rsm Rsm ist der artithmetische Mittwelwert der einzelnen Abstände XS der Profilelemente.

$Rsm = \frac{1}{n}(XS1+XS2+...+XSn)$

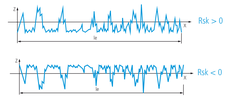


Rpc Die Spitzenzählkenngröße Rpc ist die Anzahl an mittleren Profilelementabständen je Längeneinheit (meist *lsc*). Sie wird aus dem mittleren Abstand der Profilelemente Rsm berechnet.

Rpc = *lsc* / Rsm

Rsw Die Kenngröße Rsw („Dominante Wellenlänge") ist die Wellenlänge, die dem größten Absolutwert des Amplitudendichtespektrums entspricht. Zu ihrer Berechnung benötigt man eine Fourier-Transformation.

Rsk Die „Schiefe" Rsk ist der Quotient der mittleren dritten Potenz der Beträge aller Profilwerte innerhalb der Messstrecke *le* und der dritten Potenz von Rq.



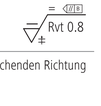
Rku Die „Kurtosis" Rku ist der Quotient der mittleren vierten Potenz der Beträge aller Profilwerte innerhalb der Messstrecke *le* und der vierten Potenz von Rq.

Rillen- und Profilrichtung

Die Rillenrichtung (Bearbeitung) kann wie folgt definiert werden:

=	Längs: Die geforderte Richtung der Bearbeitungsspuren ist parallel zur vorgegebenen Richtung.
⊥	Quer: Die geforderte Richtung der Bearbeitungsspuren ist senkrecht zur vorgegebenen Richtung.
X	Gekreuzt: Die geforderten zwei Richtungen der Bearbeitungsspuren sind gekreuzt zur vorgegebenen Richtung.
C	Zentrisch: Die Oberflächenrichtungen der Bearbeitungsspuren sind kreisförmig auf der Oberfläche.
R	Radial: Die Oberflächenrichtungen der Bearbeitungsspuren sind radial auf der Oberfläche.
M	Multidirektional: Die Oberflächenrichtungen der Bearbeitungsspuren gehen in viele Richtungen.
P	Partikulär: Die Oberflächenrillen sind partikulär, ungerichtet oder hervortretend.

Die Profilrichtung (Messung) kann wie folgt definiert werden (siehe Beispiel rechts):



=	Längs: Die Messung hat parallel zur vorherrschenden Richtung zu erfolgen.
⊥	Quer: Die Messung hat senkrecht zur vorherrschenden Richtung zu erfolgen.
≠ 45°	Geneigt: Die Messung hat unter einem festgelegten Winkel zur vorherrschenden Richtung (0° < n < 90°) zu erfolgen.
◎	Kreisförmig: Die Messung hat kreisförmig zum Mittelpunkt der Oberfläche, für die das Symbol gilt, zu erfolgen.

Wichtige Oberflächennormen

DIN EN ISO 3274	GPS – Tastschnittverfahren
DIN EN ISO 5436	GPS – Tastschnittverfahren – Normale DIN EN 10049:2014-03
DIN EN 10049	Messung von Ra und RPc
DIN EN ISO 12085	GPS – Motifkenngrößen
DIN EN ISO 12179	Kalibrierung von Tastschnittgeräten
DIN EN ISO 13565-1	GPS – Oberflächenbeschaffenheit – Filterung
DIN EN ISO 16610	GPS – Filterung
DIN EN ISO 21920	Profilhafte Oberflächenbeschaffenheit
DIN EN ISO 25178	Flächenhafte Oberflächenbeschaffenheit
ASME B46.1	US-Norm Oberflächentextur
DIN EN ISO 1302	(zurückgezogen) GPS – Oberflächenbeschaffenheit
DIN EN ISO 4287	(zurückgezogen) Tastschnittverfahren – Definitionen
DIN EN ISO 4288	(zurückgezogen) Tastschnittverfahren – Regeln
DIN EN ISO 13565-2	(zurückgezogen) GPS – Ebenheit
VDA 2005	(zurückgezogen) VDA-Richtlinie zur Angabe der Oberflächenbeschaffenheit
VDA 2006	(zurückgezogen) VDA-Richtline zur Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit

Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH
73446 Oberkochen/Germany

Tel.: +49 7364 20-6336
Fax: +49 7364 20-3870
E-Mail: info.metrology.de@zeiss.com
Internet: www.zeiss.de/imt

D5_60_950_003BI Printed in Germany CZ-VIII/2023

© Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH
ZEISS übernimmt keine Gewähr für Richtigkeit oder Vollständigkeit der Informationen. ZEISS bemüht sich darum, dass alle Informationen korrekt sind, doch die Richtigkeit der Angaben kann nicht gewährleistet werden und ZEISS übernimmt keinerlei Haftung bezüglich dessen.

Oberflächenkennwerte – ISO 21920

ZEISS ACADEMY
METROLOGY

Weiterführende Informationen zur Geometrischen Produktspezifikation (ISO/GPS- und ASME-Normung) gibt es in den Seminaren und Büchern der ZEISS Academy Metrology. Bücher können hier bestellt werden: shop.metrology.zeiss.de