

Oberflächenmeßtechnik
Profilfilter zur Anwendung
 in elektrischen Tastschnittgeräten
 Phasenkorrekte Filter

DIN
4777

Metrology of surfaces; profile filters for electrical contact stylus instruments; phasecorrected filters

Zusammenhang mit einer in der International Organization for Standardization (ISO) in Vorbereitung befindlichen ISO-Norm siehe Erläuterungen.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm legt die Eigenschaften von phasenkorrekten Filtern für die Rauheits- und Welligkeitsmessung mit elektrischen Tastschnittgeräten fest.

Anmerkung: Die früher in DIN 4768 Teil 1, Ausgabe August 1974, beschriebenen Wellenfilter waren 2stufige RC-Filter. Diese führten zu erheblichen Phasenverschiebungen bei der Profilübertragung und dadurch zu asymmetrischen Profilverzerrungen. Der Einfluß dieser Verzerrungen auf die Kenngrößen R_a , R_z , R_{max} ist zwar im allgemeinen vernachlässigbar klein, wenn die Grenzwellenlängen (cut-offs) nach DIN 4768 Teil 1, Ausgabe August 1974, angewendet werden; für die Messung anderer Rauheitskenngrößen und für die Welligkeitsmessung hat die Profilverzerrung jedoch eine größere Bedeutung. Weiteres siehe Erläuterungen.

Die phasenkorrekten Filter nach dieser Norm ermöglichen das Messen aller Rauheitskenngrößen und der Welligkeit bei Verwendung derselben Grenzwellenlängen für Rauheits- und Welligkeitsmessung.

2 Begriffe

2.1 Profilfilter

Profilfilter sind Einrichtungen, die bewirken, daß einerseits langwellige Anteile des Istprofils nur teilweise bzw. gar nicht in das Rauheitsprofil übernommen werden und andererseits, daß die kurzwelligen Rauheitsanteile nur teilweise bzw. gar nicht in das Welligkeitsprofil übernommen werden.

2.1.1 Phasenkorrekte Profilfilter

Phasenkorrekte Profilfilter sind Profilfilter, die bei der Profilübertragung keine Phasenverschiebungen hervorrufen, die zu asymmetrischen Profilverzerrungen führen würden. Das phasenkorrekte Profilfilter zerlegt das Istprofil in das Rauheitsprofil und die dazu komplementären, langwelligen Anteile.

2.2 Mittlere Linie des phasenkorrekten Profilfilters (Mittellinie)

Die mittlere Linie des phasenkorrekten Profilfilters stellt die Welligkeit und andere langwellige Profilanteile dar, die

nicht der Rauheit zuzuordnen sind. Die mittlere Linie entsteht, indem für jede Stelle des Istprofils symmetrisch zu dieser über eine bestimmte Länge ein gewichteter Mittelwert gebildet wird.

2.3 Rauheitsprofil

Das Rauheitsprofil stellt die Abweichungen des abgetasteten Istprofils von der mittleren Linie dar. Es ergibt sich durch Subtraktion der mittleren Linie vom abgetasteten Profil.

2.4 Welligkeitsprofil

Das Welligkeitsprofil ergibt sich nach Abgrenzung gegenüber langwelligeren Profilanteilen, die z. B. der Form zuzuordnen sind, aus der mittleren Linie des phasenkorrekten Filters.

2.5 Filtercharakteristik

Die Filtercharakteristik gibt an, in welchem Amplitudenverhältnis ein sinusförmiges Profil in Abhängigkeit von seiner Wellenlänge vom Profilfilter übertragen wird.

2.6 Gewichtsfunktion

Die Gewichtsfunktion zur mathematischen Berechnung der mittleren Linie gibt für jede Profilstelle an, mit welchem Gewicht (Bewertungsfaktor) die benachbarten Profipunkte zur Berechnung des zugehörigen Punktes der Mittellinie herangezogen werden (gewichtete Mittelung).

2.7 Grenzwellenlänge (cut-off) des phasenkorrekten Filters

Die Grenzwellenlänge λ_c des phasenkorrekten Filters ist die Wellenlänge eines Sinusprofils, dessen Amplitude vom Profilfilter zu 50 % übertragen wird. Phasenkorrekte Profilfilter werden durch den Wert ihrer Grenzwellenlänge benannt.

Die Grenzwellenlänge λ_c des phasenkorrekten Filters ist wie folgt gestuft:

$$\lambda_c = 0,08; 0,25; 0,8; 2,5; 8,0 \text{ mm}$$

Anmerkung: Diese Stufung entspricht der Stufung für Filter nach DIN 4768.

Fortsetzung Seite 2 bis 4

3 Eigenschaften des phasenkorrekten Profilfilters

3.1 Gewichtsfunktion

Die Gewichtsfunktion des phasenkorrekten Profilfilters hat die Form der Gaußschen Glockenkurve (siehe Bild 1). Mit der Grenzwellenlänge λ_c ergibt sich folgende Gleichung:

$$s(x) = \frac{1}{\alpha \cdot \lambda_c} \cdot e^{-\pi \left(\frac{x}{\alpha \cdot \lambda_c} \right)^2} \quad (1)$$

Hierin bedeuten:

x = Ortskoordinate der Gewichtsfunktion

λ_c = Grenzwellenlänge des Profilfilters

$$\alpha = \sqrt{\frac{\ln 2}{\pi}} = 0,4697 \quad (2)$$

3.2 Filtercharakteristik

Das phasenkorrekte Profilfilter erlaubt die gleichzeitige Darstellung von Rauheit und Welligkeit. Je nach der gewählten Meßart kann die Filtercharakteristik des phasenkorrekten Profilfilters in der Form

- der Filtercharakteristik für das Welligkeitsprofil (mittlere Linie),
- oder der Filtercharakteristik für das Rauheitsprofil dargestellt werden.

3.2.1 Filtercharakteristik für das Welligkeitsprofil (mittlere Linie)

Die Filtercharakteristik für das Welligkeitsprofil (mittlere Linie) ergibt sich aus der Gewichtsfunktion durch Fouriertransformation. Die Gleichung der Filtercharakteristik mit der Grenzwellenlänge λ_c als Parameter in Abhängigkeit von der Wellenlänge λ ist:

$$\frac{a_1}{a_0} = e^{-\pi \left(\frac{\alpha \cdot \lambda_c}{\lambda} \right)^2} \quad (3)$$

Hierin bedeuten:

a_0 = Amplitude des Sinusprofils vor der Filterung

a_1 = Amplitude dieses Sinusprofils in der mittleren Linie

λ_c = Grenzwellenlänge des Profilfilters

λ = Wellenlänge des Sinusprofils

Die Filtercharakteristik für die mittlere Linie entspricht der eines Tiefpaßfilters, das niederfrequente oder langwellige Signale durchläßt und höherfrequente oder kurzwellige Signale entsprechend seiner Charakteristik dämpft (siehe Bild 2). Die mittlere Linie entspricht dem Welligkeitsprofil, überlagert von einem Anteil der Formabweichung bzw. des Ausrichtefehlers.

Anmerkung: Diese Filtercharakteristik gilt für die Übertragung der langwelligen Profilanteile, die nicht der Rauheit zuzuordnen sind.

3.2.2 Filtercharakteristik für das Rauheitsprofil

Die Filtercharakteristik für das Rauheitsprofil ist komplementär zur Filtercharakteristik für die mittlere Linie, da das Rauheitsprofil durch Differenzbildung zwischen Istprofil und mittlerer Linie erhalten wird. Die Gleichung dieser Filtercharakteristik mit der Grenzwellenlänge λ_c als Parameter in Abhängigkeit von der Wellenlänge λ ist:

$$\frac{a_2}{a_0} = 1 - \frac{a_1}{a_0} \quad (4)$$

$$\frac{a_2}{a_0} = 1 - e^{-\pi \left(\frac{\alpha \cdot \lambda_c}{\lambda} \right)^2} \quad (5)$$

Hierin bedeutet:

a_2 = Amplitude des Sinusprofils im Rauheitsprofil

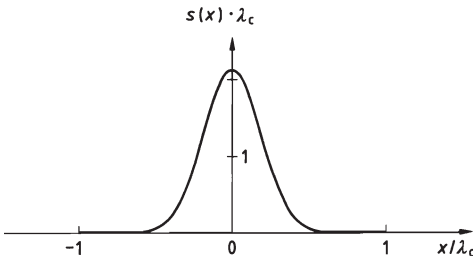


Bild 1. Gewichtsfunktion des phasenkorrekten Profilfilters (Gauß-Filter)

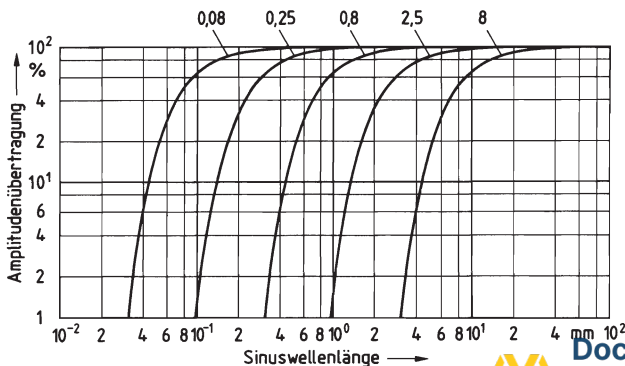


Bild 2. Filtercharakteristik für die mittlere Linie (Tiefpaßfilter) mit den Grenzwellenlängen $\lambda_c = 0,08; 0,25; 0,8; 2,5; 8,0$ mm.