

Toleranzen für Schneckengetriebe-Verzahnungen

Teil 2: Toleranzen für Abweichungen einzelner Bestimmungsgrößen

DIN
3974-2

ICS 21.200

Deskriptoren: Toleranz, Schneckengetriebe, Verzahnung

Accuracy of worms and worm gears — Part 2: Tolerances for individual errors

Vorwort

Diese Norm wurde vom Normenausschuß Maschinenbau (NAM) erarbeitet.

1 Anwendungsbereich

Die in dieser Norm tolerierten Abweichungen sind in DIN 3975 definiert. Sie sind für Zylinderschneckengetriebe mit einem Achsenwinkel von 90 ° gültig.

Die Norm enthält Toleranzen für

- Teilungs-Einzelabweichung f_p
- Teilungssprung f_u
- Steigungs-Gesamtabweichung F_{pz}
- Teilungs-Gesamtabweichung F_{p2}
- Profil-Gesamtabweichung F_α
- Rundlaufabweichung F_r
- Einflanken-Wälzabweichung F_i'
- Einflanken-Wälzsprung f_i'

Für die Abweichungen an der Schnecke und am Rad werden in den Tabellen 2 bis 13 die in der Tabelle 1 angegebenen Kurzzeichen verwendet.

Die Steigungs-Gesamtabweichung F_{pz} ist nur für die Schnecke definiert. Die Teilungs-Gesamtabweichung F_{p2} ist nur für das Schneckenrad zu verwenden. Die Einflanken-Wälzabweichung F_i' und der Einflanken-Wälzsprung f_i' gelten grundsätzlich für die Paarung eines Prüflings mit einem annähernd fehlerfreien Wälzpartner. Da im allgemeinen keine annähernd fehlerfreien Wälzpartner zur Verfügung stehen, werden häufig die später im Betrieb zu paarenden Schnecken und Schneckenräder gemeinsam auf einem Einflanken-Wälzprüfgerät geprüft.

Die Toleranz für die Einflanken-Wälzabweichung F_i' errechnet sich dann nach der Gleichung

$$F_i' = \sqrt{(F_{i'1})^2 + (F_{i'2})^2} \quad (1)$$

Für den Einflanken-Wälzsprung f_i' folgt ebenso

$$f_i' = \sqrt{(f_{i'1})^2 + (f_{i'2})^2} \quad (2)$$

2 Toleranzen

Die Tabellen gelten jeweils sowohl für die Schnecke als auch für das Schneckenrad. Die Toleranzen sind vom Axialmodul m_x der Schnecke und vom Mittendurchmesser d_m sowie von der Schnecken Zähnezahzahl z_1 abhängig. Bei der Ermittlung von Toleranzen für die Schnecke ist also der Mittenkreisdurchmesser d_{m1} der Schnecke, bei der Ermittlung von Toleranzen für das Rad der Mittenkreisdurchmesser d_{m2} des Schneckenrades zu verwenden.

Tabelle 1: Kurzzeichen

Abweichungen	Kurzzeichen	
	Schnecke	Rad
Axialteilungsabweichung	f_{px}	—
Teilungs-Einzelabweichung	—	f_{p2}
Teilungssprung	f_{ux}	f_{u2}
Steigungs-Gesamtabweichung (einschließlich Form- und Winkelabweichung)	F_{pz}	—
Teilungs-Gesamtabweichung	—	F_{p2}
Profil-Gesamtabweichung	$F_{\alpha 1}$	$F_{\alpha 2}$
Rundlaufabweichung	F_{r1}	F_{r2}
Einflanken-Wälzabweichung	$F_{i'1}$	$F_{i'2}$

Fortsetzung Seite 2 bis 14

Normenausschuß Maschinenbau (NAM) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Tabelle 2: Toleranzen für Qualität 1 in μm

Modul m_t, m_x in mm	Ab- weichung		Mittendurchmesser d_m in mm						
	F_α		über 10 bis 50	über 50 bis 125	über 125 bis 280	über 280 bis 560	über 560 bis 1000	über 1000 bis 1600	über 1600 bis 2500
über 0,5 bis 2,0	1,5	f_u	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5
		f_p	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0
		F_{p2}	3,5	4,5	5,5	6,0	7,0	8,0	8,5
		F_r	2,5	3,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
		$F_{i'}$	4,0	4,5	5,5	6,0	7,0	7,5	8,0
		$f_{i'}$	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5
über 2,0 bis 3,55	2,0	f_u	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0
		f_p	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0
		F_{p2}	4,0	5,0	6,0	7,5	8,0	9,0	10,0
		F_r	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
		$F_{i'}$	4,5	5,5	6,5	7,5	8,0	9,0	9,5
		$f_{i'}$	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0
über 3,55 bis 6,0	2,5	f_u	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0
		f_p	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5
		F_{p2}	4,5	5,5	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0
		F_r	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	6,5	7,0
		$F_{i'}$	5,5	6,5	7,5	8,0	9,0	10,0	11,0
		$f_{i'}$	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5
über 6 bis 10	3,0	f_u	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5
		f_p	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5
		F_{p2}	4,5	6,0	7,5	8,5	9,5	11,0	11,0
		F_r	4,0	4,5	5,0	6,0	6,5	7,5	8,0
		$F_{i'}$	6,0	7,5	8,5	9,0	10,0	11,0	12,0
		$f_{i'}$	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0
über 10 bis 16	4,0	f_u	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0
		f_p	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0
		F_{p2}	5,0	6,5	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
		F_r	4,5	5,0	6,0	7,0	7,5	8,0	9,0
		$F_{i'}$	7,5	8,5	9,5	10,0	11,0	12,0	13,0
		$f_{i'}$	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0
über 16 bis 25	5,0	f_u	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	4,5	4,5
		f_p	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5
		F_{p2}	5,5	7,0	8,5	9,5	11,0	12,0	13,0
		F_r	5,0	6,0	7,0	7,5	8,5	9,0	9,5
		$F_{i'}$	8,5	9,5	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
		$f_{i'}$	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0
über 25 bis 40	7,0	f_u	4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,5	6,0
		f_p	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5
		F_{p2}	5,5	7,5	9,0	10,0	12,0	13,0	14,0
		F_r	6,0	7,0	7,5	8,5	9,0	10,0	11,0
		$F_{i'}$	10,0	11,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0
		$f_{i'}$	7,5	7,5	7,5	8,0	8,0	8,0	8,0
Abweichung F_{p2}									
Meßlänge / in mm			15	25	45	75	125	200	300
Axialmodul m_x in mm			über 0,5 bis 2	über 2 bis 3,55	über 3,55 bis 6	über 6 bis 10	über 10 bis 16	über 16 bis 25	über 25 bis 40
Zähnezahl der Schnecke z_1	1		1,0	1,5	1,5	2,0	3,0	3,5	4,0
	2		1,5	1,5	2,0	2,5	3,5	4,0	5,0
	3 und 4		1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
	5 und 6		1,5	2,0	3,0	3,5	4,5	5,5	7,0
	über 6		2,0	2,5	3,5	4,0	5,5	7,0	8,0

Tabelle 3: Toleranzen für Qualität 2 in μm

Modul m_t, m_x in mm	Ab- weichung		Mittendurchmesser d_m in mm						
	F_α		über 10 bis 50	über 50 bis 125	über 125 bis 280	über 280 bis 560	über 560 bis 1000	über 1000 bis 1600	über 1600 bis 2500
über 0,5 bis 2	2,0	f_u	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	3,5
		f_p	1,5	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0
		F_{p2}	4,5	6,0	7,5	8,5	10,0	11,0	12,0
		F_r	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	6,5	7,0
		F_i'	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	11,0	11,0
		f_i'	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5
über 2 bis 3,55	2,5	f_u	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5	3,5	4,0
		f_p	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0
		F_{p2}	6,0	7,5	8,5	10,0	11,0	13,0	14,0
		F_r	4,0	5,0	6,0	6,5	7,5	8,0	8,5
		F_i'	6,5	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0
		f_i'	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0
über 3,55 bis 6	3,5	f_u	2,5	2,5	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0
		f_p	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5	3,0	3,5
		F_{p2}	6,0	8,0	9,5	11,0	12,0	14,0	15,0
		F_r	4,5	6,0	6,5	7,5	8,5	9,0	10,0
		F_i'	7,5	9,0	10,0	11,0	13,0	14,0	15,0
		f_i'	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	4,5
über 6 bis 10	4,5	f_u	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0	4,5	4,5
		f_p	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5
		F_{p2}	6,5	8,5	10,0	12,0	13,0	15,0	16,0
		F_r	5,5	6,5	7,5	8,5	9,0	10,0	11,0
		F_i'	8,5	10,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
		f_i'	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,5	5,5
über 10 bis 16	6,0	f_u	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5
		f_p	3,0	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0	4,5
		F_{p2}	7,0	9,0	11,0	12,0	14,0	16,0	17,0
		F_r	6,0	7,5	8,5	9,5	10,0	11,0	12,0
		F_i'	10,0	12,0	13,0	15,0	16,0	17,0	19,0
		f_i'	6,0	6,0	6,5	6,5	6,5	7,0	7,5
über 16 bis 25	7,5	f_u	4,5	5,0	5,0	5,5	6,0	6,0	6,0
		f_p	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	4,5	5,0
		F_{p2}	7,5	10,0	12,0	13,0	15,0	17,0	19,0
		F_r	7,5	8,5	9,5	11,0	12,0	12,0	13,0
		F_i'	12,0	13,0	15,0	16,0	18,0	19,0	21,0
		f_i'	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,5	8,5
über 25 bis 40	10,0	f_u	6,5	7,0	7,0	7,5	7,5	7,5	8,0
		f_p	5,0	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0
		F_{p2}	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0
		F_r	8,5	9,5	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
		F_i'	14,0	16,0	18,0	19,0	21,0	22,0	24,0
		f_i'	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Abweichung F_{p2}									
Meßlänge / in mm			15	25	45	75	125	200	300
Axialmodul m_x in mm			über 0,5 bis 2	über 2 bis 3,55	über 3,55 bis 6	über 6 bis 10	über 10 bis 16	über 16 bis 25	über 25 bis 40
Zähnezahl der Schnecke z_1	1	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	6,0	
	2	2,0	2,0	3,0	3,5	4,5	6,0	7,0	
	3 und 4	2,0	2,5	3,5	4,5	5,5	7,0	8,5	
	5 und 6	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	10,0	
	über 6	3,0	3,5	4,5	6,0	7,5	9,5	11,0	

Tabelle 4: Toleranzen für Qualität 3 in μm

Modul m_t, m_x in mm	Ab- weichung		Mittlenkreisdurchmesser d_m in mm						
	F_α		über 10 bis 50	über 50 bis 125	über 125 bis 280	über 280 bis 560	über 560 bis 1000	über 1000 bis 1600	über 1600 bis 2500
über 0,5 bis 2	3,0	f_u	3,0	3,5	3,5	4,0	4,0	4,5	5,0
		f_p	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0
		F_{p2}	6,5	8,5	11,0	12,0	14,0	15,0	17,0
		F_r	4,5	5,5	6,0	7,0	8,0	9,0	9,5
		F_i'	7,5	9,0	11,0	12,0	13,0	15,0	16,0
		f_i'	3,5	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	5,0
über 2 bis 3,55	4,0	f_u	3,5	3,5	4,0	4,0	4,5	5,0	5,5
		f_p	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	4,5
		F_{p2}	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	19,0
		F_r	5,5	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
		F_i'	9,0	11,0	13,0	14,0	16,0	17,0	19,0
		f_i'	4,5	4,5	5,0	5,0	5,0	5,5	5,5
über 3,55 bis 6	5,0	f_u	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5
		f_p	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	4,5	4,5
		F_{p2}	8,5	11,0	13,0	15,0	17,0	19,0	21,0
		F_r	6,5	8,0	9,0	10,0	12,0	13,0	14,0
		F_i'	11,0	13,0	14,0	16,0	18,0	19,0	21,0
		f_i'	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,5	6,5
über 6 bis 10	6,0	f_u	4,5	4,5	5,0	5,0	5,5	6,0	6,5
		f_p	3,5	3,5	4,0	4,0	4,5	4,5	5,0
		F_{p2}	9,0	12,0	14,0	16,0	18,0	21,0	22,0
		F_r	7,5	9,0	10,0	12,0	13,0	14,0	15,0
		F_i'	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	21,0	23,0
		f_i'	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0	7,5	7,5
über 10 bis 16	8,0	f_u	5,5	5,5	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
		f_p	4,5	4,5	4,5	5,0	5,0	5,5	6,0
		F_{p2}	9,5	13,0	15,0	17,0	20,0	22,0	24,0
		F_r	8,5	10,0	12,0	13,0	14,0	16,0	17,0
		F_i'	14,0	17,0	19,0	20,0	22,0	24,0	26,0
		f_i'	8,5	8,5	9,0	9,0	9,0	9,5	10,0
über 16 bis 25	10,0	f_u	6,5	7,0	7,0	7,5	8,0	8,5	8,5
		f_p	5,5	5,5	5,5	6,0	6,0	6,5	7,0
		F_{p2}	11,0	14,0	16,0	19,0	21,0	23,0	26,0
		F_r	10,0	12,0	13,0	15,0	16,0	17,0	19,0
		F_i'	17,0	19,0	21,0	23,0	25,0	27,0	29,0
		f_i'	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	12,0	12,0
über 25 bis 40	14,0	f_u	9,0	9,5	9,5	10,0	10,0	11,0	11,0
		f_p	7,0	7,5	7,5	8,0	8,0	8,5	8,5
		F_{p2}	11,0	14,0	17,0	20,0	23,0	26,0	28,0
		F_r	12,0	13,0	15,0	16,0	18,0	19,0	21,0
		F_i'	20,0	22,0	25,0	27,0	29,0	31,0	33,0
		f_i'	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	16,0	16,0
Abweichung F_{p2}									
Meßlänge / in mm			15	25	45	75	125	200	300
Axialmodul m_x in mm			über 0,5 bis 2	über 2 bis 3,55	über 3,55 bis 6	über 6 bis 10	über 10 bis 16	über 16 bis 25	über 25 bis 40
Zähnezahl der Schnecke z_1	1		2,5	3,0	3,5	4,5	5,5	6,5	8,0
	2		2,5	3,0	4,0	5,0	6,5	8,0	9,5
	3 und 4		3,0	3,5	4,5	6,0	7,5	9,5	12,0
	5 und 6		3,5	4,5	5,5	7,0	8,5	11,0	14,0
	über 6		4,5	5,0	6,5	8,0	11,0	13,0	16,0

Tabelle 5: Toleranzen für Qualität 4 in μm

Modul m_t, m_x in mm	Ab- weichung		Mittendurchmesser d_m in mm						
	F_α		über 10 bis 50	über 50 bis 125	über 125 bis 280	über 280 bis 560	über 560 bis 1000	über 1000 bis 1600	über 1600 bis 2500
über 0,5 bis 2	4,0	f_u	4,5	4,5	5,0	5,5	5,5	6,5	7,0
		f_p	3,0	3,5	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5
		F_{p2}	9,5	12,0	15,0	17,0	19,0	21,0	24,0
		F_r	6,5	8,0	8,5	10,0	11,0	13,0	14,0
		F_i'	11,0	13,0	15,0	17,0	19,0	21,0	22,0
		f_i'	5,0	5,5	5,5	5,5	6,0	6,5	7,0
über 2 bis 3,55	5,5	f_u	4,5	5,0	5,5	5,5	6,5	7,0	8,0
		f_p	3,5	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0
		F_{p2}	11,0	14,0	17,0	20,0	22,0	25,0	27,0
		F_r	8,0	10,0	11,0	13,0	14,0	16,0	17,0
		F_i'	13,0	16,0	18,0	20,0	22,0	24,0	26,0
		f_i'	6,5	6,5	7,0	7,0	7,0	8,0	8,0
über 3,55 bis 6	7,0	f_u	5,5	5,5	5,5	6,5	7,0	7,0	8,0
		f_p	4,5	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
		F_{p2}	12,0	16,0	19,0	21,0	24,0	27,0	29,0
		F_r	9,5	11,0	13,0	14,0	16,0	18,0	19,0
		F_i'	15,0	18,0	20,0	22,0	25,0	27,0	29,0
		f_i'	8,0	8,0	8,0	8,5	8,5	9,5	9,5
über 6 bis 10	8,5	f_u	6,0	6,5	7,0	7,0	8,0	8,5	9,5
		f_p	5,0	5,0	5,5	5,5	6,0	6,5	7,0
		F_{p2}	13,0	16,0	20,0	23,0	26,0	29,0	31,0
		F_r	11,0	13,0	14,0	16,0	18,0	20,0	21,0
		F_i'	17,0	20,0	23,0	25,0	28,0	30,0	32,0
		f_i'	9,5	9,5	10,0	10,0	10,0	11,0	11,0
über 10 bis 16	11,0	f_u	8,0	8,0	8,0	8,5	9,5	10,0	11,0
		f_p	6,0	6,0	6,5	7,0	7,0	8,0	8,5
		F_{p2}	14,0	18,0	21,0	24,0	28,0	31,0	34,0
		F_r	12,0	14,0	16,0	19,0	20,0	22,0	24,0
		F_i'	20,0	24,0	26,0	29,0	31,0	34,0	36,0
		f_i'	12,0	12,0	13,0	13,0	13,0	14,0	14,0
über 16 bis 25	14,0	f_u	9,5	10,0	10,0	11,0	11,0	12,0	12,0
		f_p	8,0	8,0	8,0	8,5	8,5	9,5	10,0
		F_{p2}	15,0	19,0	23,0	26,0	30,0	33,0	36,0
		F_r	14,0	16,0	19,0	21,0	23,0	24,0	26,0
		F_i'	24,0	26,0	29,0	32,0	35,0	38,0	41,0
		f_i'	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	17,0
über 25 bis 40	19,0	f_u	13,0	14,0	14,0	14,0	14,0	15,0	16,0
		f_p	10,0	11,0	11,0	11,0	11,0	12,0	12,0
		F_{p2}	16,0	20,0	24,0	28,0	32,0	36,0	39,0
		F_r	16,0	19,0	21,0	23,0	25,0	27,0	29,0
		F_i'	28,0	31,0	35,0	38,0	41,0	44,0	46,0
		f_i'	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	22,0	22,0
Abweichung F_{p2}									
Meßlänge l in mm			15	25	45	75	125	200	300
Axialmodul m_x in mm			über 0,5 bis 2	über 2 bis 3,55	über 3,55 bis 6	über 6 bis 10	über 10 bis 16	über 16 bis 25	über 25 bis 40
Zähnezahl der Schnecke z_1	1	3,0	4,0	4,5	6,0	8,0	9,5	11,0	
	2	3,5	4,5	5,5	7,0	9,5	11,0	14,0	
	3 und 4	4,0	5,0	6,5	8,5	11,0	14,0	16,0	
	5 und 6	4,5	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	19,0	
	über 6	6,0	7,0	9,5	11,0	15,0	19,0	22,0	