

Bestimmungsgrößen und Fehler an Wälzfräsern
für Stirnräder mit Evolventenverzahnung

Grundbegriffe

DIN
8000

Design dimensions and tolerances of hobs for involute spur gears; definitions

Grandeurs fondamentales et tolérances de fraises mères pour roues cylindriques dentées à développante; définitions

Inhalt

	Seite		Seite
1. Einführung	2	23. Fräserzahnflanken	7
1.1. Allgemeine Grundbegriffe	2	23.1. Steigung $H_R(H_L)$ der Rechts(Links)flanken	7
1.2. Zeichen und Benennungen	2	23.2. Axiale Hinterarbeitung h_a der Zahnflanken	7
1.3. Gangrichtung	3	23.3. Radiale Hinterarbeitung h_r der Kopf flanken	7
1.4. Rechtsschneiden, Linksschneiden (Rechtsflanken, Linksflanken)	3	23.4. Axialer Pressungswinkel $\alpha_{aR}(\alpha_{aL})$ der Rechts(Links)flanken	7
1.5. Rechtsteilungen, Linksteilungen	3	23.5. Zahndicke s_z	7
1.6. Zählung der Zahnstollen (der Spanflächen)	3	23.5.1. Zahndicke s_{zN0}	7
1.7. Zählung der Fräserzähne und der Fräserzahn- lücken	3	23.5.2. Zahndicke s_{zNb}	7
1.8. Benennungen der Fräserstirnseiten und der Prüf- bunde	3	23.5.3. Zahndickensehne $\bar{s}_{zNb}$	7
2. Grundbegriffe für die Bestimmungsgrößen	3	24. Zahnform	8
2.1. Hüllschraube	3	24.1. Zahnhöhe h	8
2.1.1. Einstellwinkel γ_0	3	24.2. Rundung am Fräserzahnkopf	8
2.1.2. Teilzylinder	3	24.3. Rundung am Fräserzahnfuß	8
2.1.3. Bezugszylinder	4	24.4. Nachschliffwinkel ε	8
2.1.4. Teilung	4	3. Grundbegriffe für die Fehler eines Wälzfräasers	8
2.1.4.1. Normalteilung t_{n0}	4	3.1. Fehler des Fräserkörpers	8
2.1.4.2. Stirnteilung t_{s0}	4	3.1.1. Fehler der Bohrung	8
2.1.4.3. Eingriffsteilung t_{ne}	4	3.1.2. Prüfbund-Rundlaufabweichung f_{rp}	8
2.1.4.4. Achsteilung t_a	4	3.1.3. Planlaufabweichung f_{ps}	8
2.1.5. Steigungshöhe H	5	3.1.4. Kopf-Rundlaufabweichung f_{rk}	8
2.1.6. Grundzylinder	5	3.1.5. Teilungsfehler f_t	8
2.1.7. Grundsteigungswinkel γ_g	5	3.2. Fehler der Spannutenfläche	8
2.1.8. Pressungswinkel, Eingriffswinkel α	5	3.2.1. Spanflächenformabweichung f_{fN}	8
2.1.8.1. Normaleingriffswinkel α_{n0}	5	3.2.2. Nutenteilungsfehler	9
2.1.8.2. Stirneingriffswinkel α_{s0}	5	3.2.2.1. Einzelteilungsfehler f_{tN}	9
2.1.8.3. Axialer Pressungswinkel α_{ay}	5	3.2.2.2. Teilungssprung der Spannuten f_{uN}	9
2.1.9. Zahndicke s , Lückenweite l	5	3.2.2.3. Summenteilungsfehler der Spannuten F_{tN}	9
2.1.9.1. Zahndicke s_{n0}	6	3.2.3. Nutensteigungsfehler f_{HN}	9
2.1.9.2. Zahndicke s_{nb}	6	3.3. Fehler der Fräserverzahnung	9
2.1.9.3. Zahndicke s_{a0}	6	3.3.1. Flankenformabweichung einer Schneidkante f_{fs}	9
2.1.9.4. Zahndicke s_{ab}	6	3.3.2. Zahndickenfehler eines Fräserzahnes f_s	9
2.1.9.5. Zahndicke s_{ay}	6	3.3.3. Steigungsfehler von Schneidkante zu Schneid- kante in Gangrichtung f_{Hf}	9
2.2. Spannutenschraube	6	3.3.4. Eingriffsteilungsfehler f_e	10
2.2.1. Spanflächenabstand u	6	4. Stichwortverzeichnis	11
2.2.2. Spannutensteigungshöhe H_N	6		
2.2.3. Spannutenteilung	7		

Fortsetzung Seite 2 bis 11

Ausschuß Verzahnungen im Deutschen Normenausschuß (DNA)
Fachnormenausschuß Werkzeuge, Spannzeuge, Meßzeuge im DNA

Documents

1. Einführung

1.1. Allgemeine Grundbegriffe

Die in DIN 7182 „Toleranzen und Passungen, Begriffe für Maßtoleranzen“ festgelegten oder verwendeten Grundbegriffe sind sinngemäß auf Wälzfräser anzuwenden; insbesondere die Begriffe:

Nennmaß

Maß, auf das die Abmaße einer Meßgröße bezogen werden.

Istmaß

Maß, das an der Meßgröße festgestellt ist.

Istabmaß

Unterschied zwischen dem Istmaß und dem Nennmaß einer Meßgröße. Istmaß minus Nennmaß.

Oberes Abmaß

Unterschied zwischen dem zulässigen Größtmaß und dem Nennmaß einer Meßgröße. Größtmaß minus Nennmaß.

Unteres Abmaß

Unterschied zwischen dem zulässigen Kleinstmaß und dem Nennmaß einer Meßgröße. Kleinstmaß minus Nennmaß.

Toleranz

Unterschied zwischen dem zulässigen Größtmaß und dem zulässigen Kleinstmaß einer Meßgröße.

1.2. Zeichen und Benennungen

d = Durchmesser

e_v = Evolventenfunktion

f_e = Eingriffsteilungsfehler

f_f = Flankenformabweichung

f_r = Rundlaufabweichung

f_s = Zahndickenfehler

f_t = Einzelteilungsfehler

f_u = Teilungssprung

f_H = Steigungsfehler

f_α = Eingriffswinkelfehler

h = Zahnhöhe

i = Anzahl der Spannuten

l = Lückenweite

m = Modul

r = Halbmesser

s = Zahndicke

t = Teilung

u = Abstand des Stirnschnittes einer Spanfläche von der Fräserachse

x = Profilverschiebungsfaktor

$x \cdot m$ = Größe der Profilverschiebung

z = Gangzahl (Zähnezahl)

F = Fehler bei Messung über einen Bereich

F_f = Resultierende Flankenformabweichung

F_t = Summenteilungsfehler

H = Steigungshöhe

S_k = Kopfspiel

α_0 = Eingriffswinkel

β = Schrägungswinkel

γ = Steigungswinkel

ε = Nachschliffwinkel

Zur genauen Angabe sind, falls notwendig, für diese Größen folgende Indizes zu benutzen:

0 = bezogen auf den Teilkreis oder den Teilzylinder

a = bezogen auf die Richtung der Achse

b = bezogen auf den Bezugskreis oder den Bezugszylinder

c = bezogen auf die Eingriffsteilung

f = bezogen auf den Fußkreis oder den Fußzylinder oder auf die Form (z. B. der Zahnflanken, der Spanfläche)

g = bezogen auf den Grundkreis oder den Grundzylinder

k = bezogen auf den Kopfkreis oder den Kopfzylinder

n = bezogen auf den Normalschnitt oder auf die Spannuten

p = bezogen auf einen Prüfbund

r = bezogen auf den Halbmesser oder die radiale Richtung

s = bezogen auf den Stirnschnitt

t = bezogen auf die Teilung

y = bezogen auf einen Zylinder mit dem Durchmesser d_y

z = bezogen auf einen Fräserzahn

F = bezogen auf den Fräser

H = bezogen auf die Steigungshöhe

L = bezogen auf Linksflanken

N = bezogen auf Spanflächen

R = bezogen auf Rechtsflanken

S = bezogen auf Schneidkanten

α = bezogen auf den Eingriffswinkel

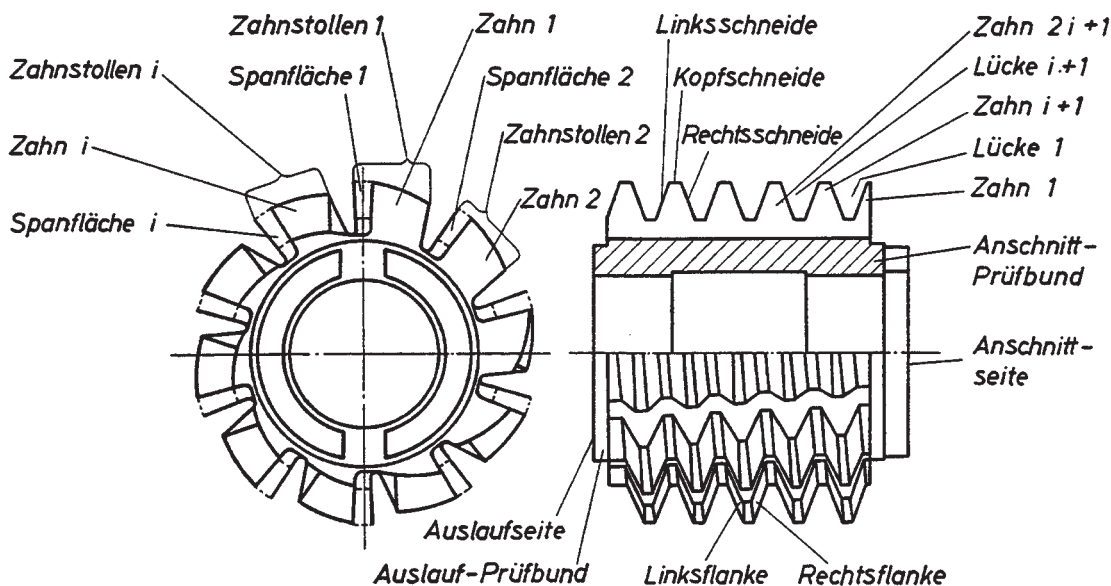


Bild 1. Benennungen der Bestimmungsstücke eines rechtsgängigen Fräasers

1.3. Gangrichtung

Ein Wälzfräser ist rechtsgängig oder rechtssteigend, wenn bei Aufstellung auf eine Stirnfläche in der Ansicht des Fräasers die Gänge nach rechts steigen. Er ist linksgängig oder linkssteigend, wenn in der gleichen Ansicht die Gänge nach links steigen.

1.4. Rechtsschneiden und Linksschneiden (Rechts- und Linksfanken)

Rechtsschneiden (Rechtsfanken) liegen bei Aufsicht auf eine Spanfläche rechts von der Zahnmitte, Linksschneiden (Linksfanken) links von der Zahnmitte (Bild 1).

1.5. Rechtsteilungen, Linksteilungen

Rechtsteilungen sind die Teilungen zwischen den Rechtsschneiden oder Rechtsfanken; Linksteilungen die Teilungen zwischen den Linksschneiden oder Linksfanken der Fräserzähne.

1.6. Zählung der Zahnstollen (der Spanflächen)

Die Zahnstollen (Spanflächen) werden in der Richtung gezählt, in der sie nacheinander zum Schneiden kommen. Zahnstollen 1 hat den Zahn 1 und die Spanfläche 1 (Bild 1). Ein Wälzfräser hat i Zahnstollen (Spanflächen). Bei einem z. B. zweigängigen Wälzfräser mit 10 Zahnstollen hat der Zahnstollen 6 den Zahn 1 des zweiten Fräserganges.

1.7. Zählung der Fräserzähne und der Fräserzahn-lücken

Die Fräserzähne werden in der Richtung gezählt, in der sie nacheinander zum Schneiden kommen (Bild 1). Der erste Zahn, der die volle Fräserzahnhöhe aufweist, erhält die Nummer 1. Bei mehrgängigen Fräsern werden die Zähne jedes Ganges für sich gezählt. Beim Fräsen von Rädern befindet sich der Zahn 1 des Fräasers auf der Radeinlaufseite, sein letzter Zahn auf der Radauslaufseite. Die Fräserzahn-lücken werden in der gleichen Richtung gezählt wie die Fräserzähne. Die Lücke 1 befindet sich dabei zwischen den Zähnen 1 und $i + 1$, die Lücke 2 zwischen den Zähnen 2 und $i + 2$ usw.

1.8. Benennungen der Fräserstirnseiten und der Prüfbunde

Die Stirnseite mit dem Fräserzahn 1 heißt Anschnittseite des Fräasers, die entgegengesetzte Stirnseite Auslaufseite des Fräasers. Der Prüfbund auf der Anschnittseite des Fräasers heißt Anschnitt-Prüfbund, der auf der Auslaufseite Auslauf-Prüfbund.

2. Grundbegriffe für die Bestimmungsgrößen

Der Wälzfräser stellt in geometrischer Hinsicht die Durchdringung mehrerer Körper dar: der ein- oder mehrgängigen Frässhraube (Gangzahl z), der stets vielmehrgängigen Nutenschrauben (Nutenzahl i), der Schrauben der rechten und der linken Zahnflanken und der Kopfschraubenfläche.

(Bei der Herstellung entsprechen diesen Durchdringungskörpern die einzelnen Arbeitsgänge: der Frässhraube das Fräsen oder Schneiden der Gewindegänge, der Nutenschraube das Fräsen der Spannuten, den Schrauben der Zahnflanken das Hinterarbeiten.) Zu einer Übersicht der an Wälzfräsern vorhandenen Bestimmungsgrößen und der an ihnen möglichen Fehler gelangt man durch ihre Aufteilung nach den Durchdringungskörpern, denen sie angehören.

2.1. Hüllschraube

Die Hüllschraube ist die gedachte, den ganzen Fräser umhüllende und alle seine Schneiden enthaltende Schraube (Bild 2). Sie hat die Abmessungen und Eigenschaften eines Schrägstirnrades. Ihre Zähnezah z ist gleich der Gangzahl z des Fräasers.

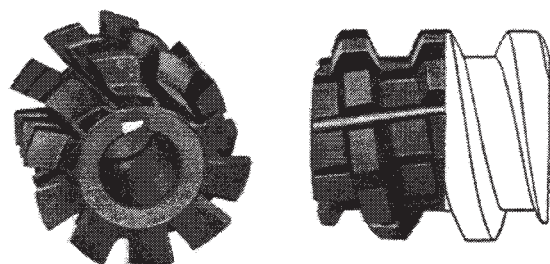


Bild 2. Wälzfräser und seine Hüllschraube

2.1.1. Einstellwinkel γ_0

Der Einstellwinkel γ_0 ist der Steigungswinkel der Hüllschraube und des Fräasers auf dem Teilzylinder, d. h. der Winkel zwischen einer Tangente an einer Flankenlinie der Hüllschraube und einer Stirnebene. Beim Fräsen von Geradstirnrädern wird der Fräser so eingestellt, daß seine Achse mit der Stirnebene des Werkrades den Einstellwinkel einschließt. Der Einstellwinkel selbst kann an dem Wälzfräser nicht gemessen, sondern nur aus der gemessenen Achsteilung errechnet werden.

2.1.2. Teilzylinder

Der Teilzylinder ist derjenige zur Fräserachse mittige Zylinder, dessen Durchmesser sich ergibt aus

$$d_0 = \frac{z \cdot m}{\sin \gamma_0} \quad (1)$$

Die Fräserachse ist bestimmt als Führungsschneide des Fräasers (Achse der Bohrung, des Schaftes).

Der Durchmesser des Teilzylinders ist eine rein rechnerische Größe, als solche fehlerfrei und am Fräser nicht meßbar.

Beim Wälzen der Hüllschraube mit ihrer Planverzahnung rollt der Teilzylinder an der Planverzahnung ohne Gleiten ab (Bild 3). Die Flankenlinien der Planverzahnung kreuzen dabei die Fräserachse unter dem Schrägungswinkel β_0 .

$\gamma_0 + \beta_0 = 90^\circ$. Zwischen dem Wälzfräser und der Planverzahnung kann ein Wälzen nur so lange stattfinden, als eine Spanfläche die beiden Eingriffsebenen (Spuren e_R und e_L , Bild 3 oben), die Rechts- und die Linksschneiden eines Zahnstollens die Berührungslinie zwischen Hüllschraube und Planverzahnung (Bild 3 unten) schneiden.

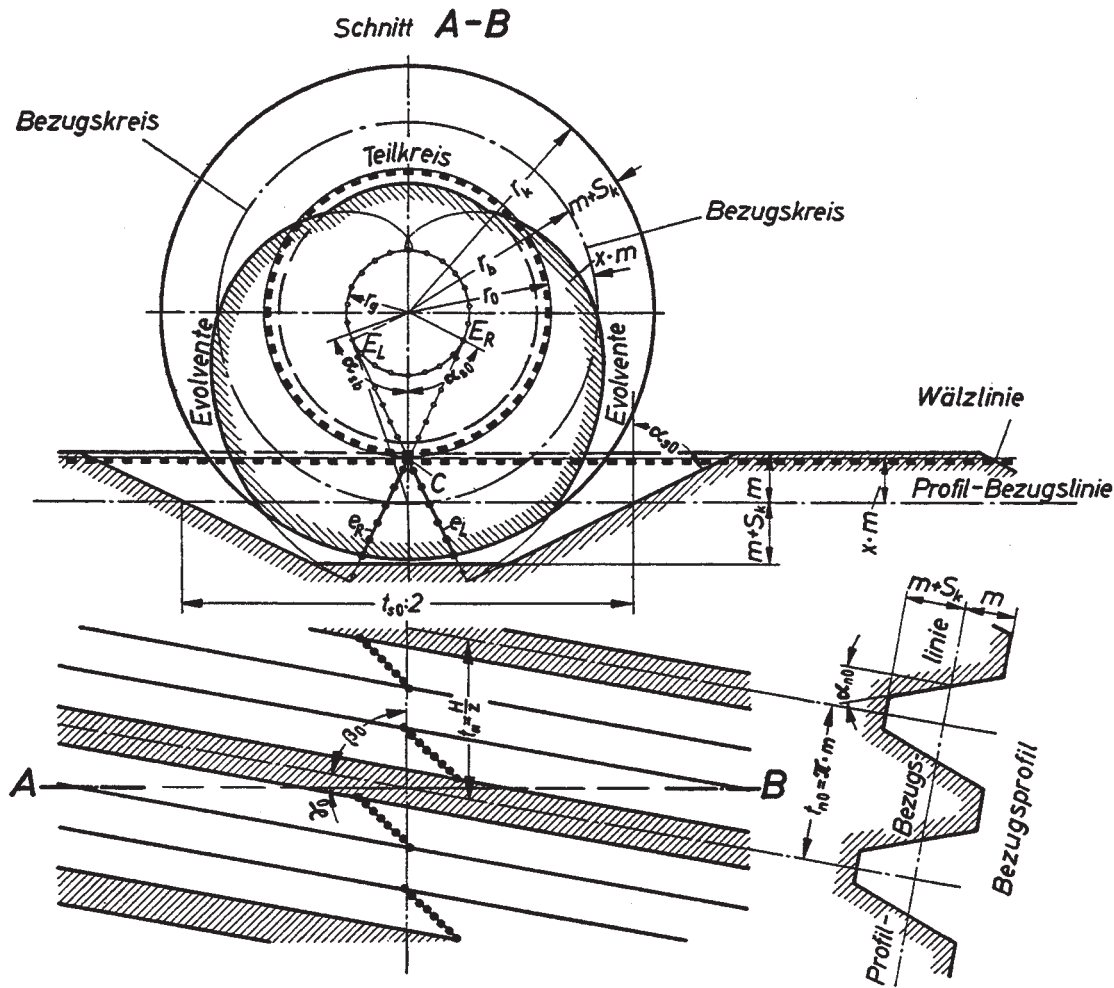


Bild 3. Stirnschnitt durch Hüllschraube und Planverzahnung (oben) und Ansicht der Planverzahnung mit ihren Berührungslinien mit der Hüllschraube (unten)

2.1.3. Bezugszylinder

Der Bezugszylinder ist derjenige zur Fräserachse mittige Zylinder, der die Profilbezugslinie der Planverzahnung (Bild 3) und den Teilzylinder eines Nullrades berührt. Der Durchmesser des Bezugszylinders ergibt sich aus:

$$d_b = d_k - 2 \cdot h_k \quad (2)$$

h_k ist die Kopfhöhe, siehe Abschnitt 2.4.1.

2.1.4. Teilung

Die Teilung t ist je nach dem Index die Länge eines Kreisbogens oder einer Schraubenlinie zwischen zwei benachbarten Rechts(Links)flanken der Hüllschraube.

2.1.4.1. Normalteilung t_{n0}

Die Normalteilung t_{n0} ist die Bogenlänge zwischen zwei aufeinanderfolgenden Rechts(Links)flanken der Hüllschraube auf einer Schraubenlinie, die auf dem Teilzylinder senkrecht zu den Flankenlinien der Hüllschraube verläuft.

$$t_{n0} = \pi \cdot m \quad (3)$$

2.1.4.2. Stirnteilung t_{s0}

Die Stirnteilung t_{s0} ist die in einer zur Achse senkrechten Ebene vorhandene Teilkreisteilung der Hüllschraube. Sie hat nur bei mehrgängigen Fräsern Bedeutung. An ihrer Stelle mißt man zweckmäßig die Achsteilung t_a .

2.1.4.3. Eingriffsteilung t_{ne}

Die Eingriffsteilung t_{ne} ist der Abstand von parallelen Tangentialebenen, die an zwei aufeinanderfolgenden Rechts(Links)flanken der Hüllschraube angelegt sind.

$$t_{ne} = \pi \cdot m \cdot \cos \alpha_{n0} = t_{n0} \cdot \cos \alpha_{n0} \quad (4)$$

Das gemeinsame Lot aller Rechts(Links)flanken der Hüllschraube liegt in einer Berührungsebene des Grundzylinders, Gerade AB in Bild 4.

Wegen der Nutung und Hinterarbeitung kann die Eingriffsteilung nur gemessen werden, indem ein Meßgerät, z. B. Feintaster, längs der Geraden AB gleichförmig bewegt und der Fräser gleichzeitig um seine Achse gedreht wird (eine Drehung bei Längsbewegung um $z \cdot t_{ne}$). Beide Bewegungen können auch schrittweise ausgeführt werden.

2.1.4.4. Achsteilung t_a

Die Achsteilung t_a ist der Abschnitt einer Parallelen zur Fräserachse zwischen zwei aufeinanderfolgenden Rechts(Links)flanken der Hüllschraube (Bild 4).

$$t_a = \frac{t_{n0}}{\cos \gamma_0} \quad (5)$$

Wegen der Nutung und Hinterarbeitung kann die Achsteilung nur gemessen werden, indem ein Meßgerät, z. B. Feintaster, längs einer Parallelen zur Fräserachse gleichförmig bewegt und der Fräser gleichzeitig um seine Achse gedreht wird (eine Drehung bei Längsbewegung um $z \cdot t_a$). Beide Bewegungen können auch schrittweise stattfinden oder vom Fräser ausgeführt werden.