

Zylindrische Schraubenfedern aus runden Drähten und Stäben
Berechnung und Konstruktion von Drehfedern
(Schenkelfedern)

DIN
2088

Helical springs made of round wire and rod; calculation and design of torsional springs (leg springs)

Ressorts hélicoïdaux cylindriques fabriqués de fil rond et de barres; calcul et construction de ressorts à action angulaire

Diese Norm gilt für kaltgeformte zylindrische Drehfedern. Kalt geformt werden zylindrische Drehfedern im allgemeinen bis zu einem Drahtdurchmesser von 12 mm, seltener bis 17 mm. Falls warmgeformte, schlußvergütete Drehfedern verlangt werden, wird wegen der Beanspruchungswerte eine Rücksprache mit dem Federnhersteller empfohlen.

Die in dieser Norm festgelegten Werte gelten für Betriebstemperaturen zwischen -30°C und $+80^{\circ}\text{C}$. Liegen andere Betriebstemperaturen vor, wird empfohlen, den Federnhersteller zu befragen.

Inhalt

	Seite
1. Theoretisches Drehfederdiagramm und Einspannbedingungen	2
2. Formelzeichen, Maßbuchstaben, Benennungen und Einheiten	3
3. Konstruktionshinweise und Beanspruchungsarten	4
3.1. Ausführung der Schenkel	4
3.2. Ausführung des Federkörpers	4
3.3. Beanspruchungsarten	4
4. Werkstoffkennwerte	4
4.1. Elastizitätsmodul	4
4.2. Zulässige Biegespannungen für Drehfedern bei ruhender oder selten wechselnder Beanspruchung	4
4.3. Zulässige Hubspannungen für Drehfedern bei schwingender Beanspruchung	4
5. Spannungsbeiwert q	6
6. Berechnungsgleichungen	6
6.1. Annahmen für die Berechnung	6
6.2. Gleichungen	7
7. Berechnungsbeispiele	8
8. Leitertafel	9

Fortsetzung Seite 2 bis 10
 Erläuterungen Seite 10

Ausschuß Federn im Deutschen Normenausschuß (DNA)

1. Theoretisches Drehfederdiagramm und Einspannbedingungen

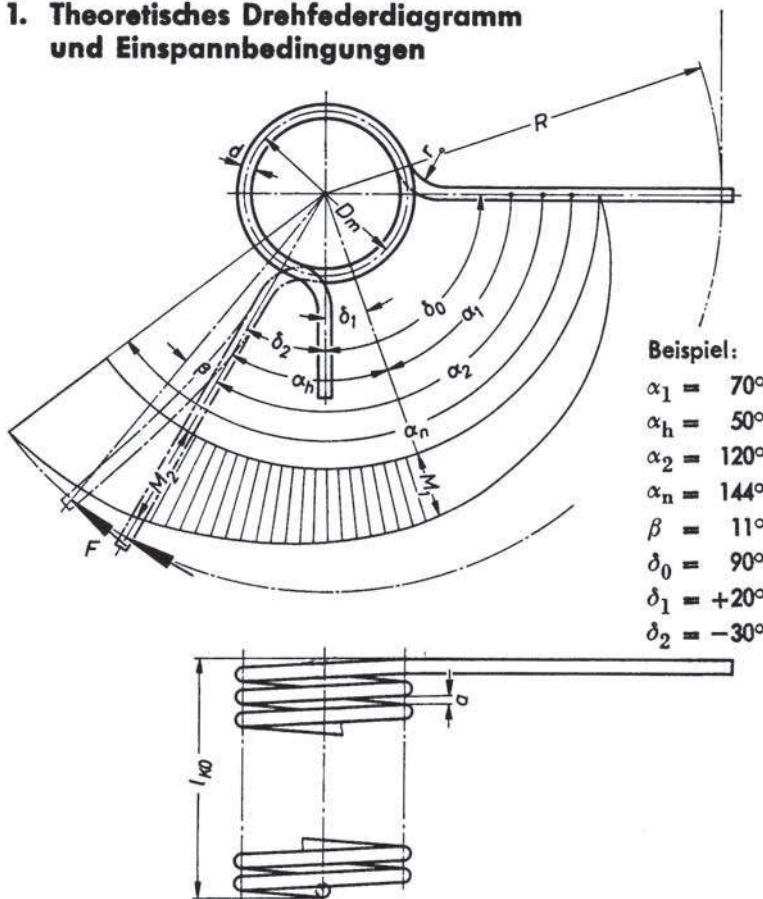


Bild 1. Drehfeder mit einem kurzen und einem langen Schenkel, dessen Durchbiegung bei der Berechnung berücksichtigt wird (Führungsdorn bzw. feste Schenkeinspannung nicht eingezeichnet)

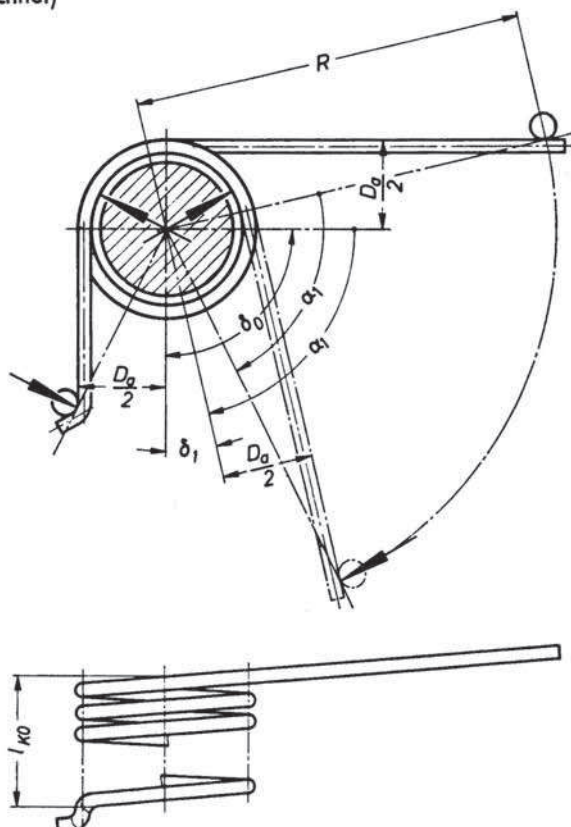


Bild 2. Beidseitig nicht fest eingespannt, Führung auf einem Dorn; wenig günstig (bei kurzen tangentialen Schenkeln ist ein Haken erforderlich, um ein Abgleiten zu verhindern)

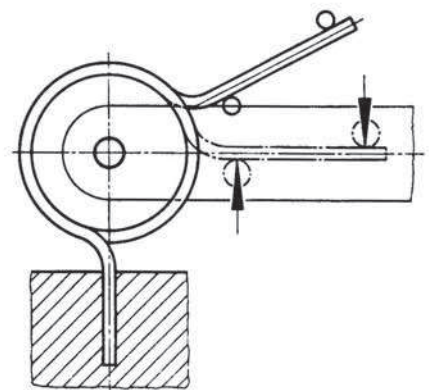


Bild 3. Fest eingespannte Schenkel; günstig

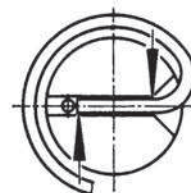


Bild 4. In einem Dorn fest eingespannter Schenkel; günstig

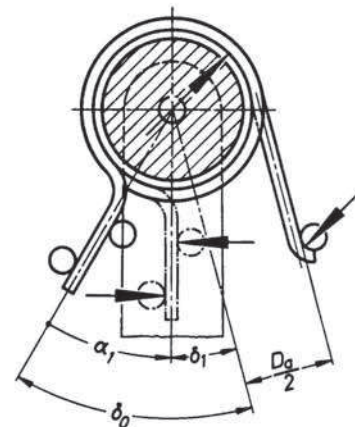


Bild 5. Einseitig nicht fest eingespannt, Führung auf einem Dorn; ruhender Schenkel nicht fest eingespannt, bewegter Schenkel fest eingespannt; günstig (umgekehrt wenig günstig)

Anmerkungen: Bewegte Schenkel im gespannten Zustand strichpunktiert gezeichnet.

Bei Führung auf einem Dorn ist die Abstützung der Feder auf diesem nur durch einen entsprechenden Kraftpfeil angedeutet.

2. Formelzeichen, Maßbuchstaben, Benennungen und Einheiten

D_a	Äußerer Windungsdurchmesser	in mm	$\alpha' = \alpha + \beta$	Korrigierter Drehwinkel α bei einem abgebogenen langen, nicht fest eingespannten Schenkel	in °
$D_{a\alpha}$	Äußerer Windungsdurchmesser der um den Winkel α im öffnenden Sinn gedrehten Feder	in mm	$\alpha'' = \alpha + \beta'$	Korrigierter Drehwinkel α bei einem tangentialen langen, nicht fest eingespannten Schenkel	in °
D_i	Innerer Windungsdurchmesser	in mm	α_h	Schwingwinkel (Hubwinkel)	in °
$D_{i\alpha}$	Innerer Windungsdurchmesser der um den Winkel α im Wicksinn gedrehten Feder	in mm	β	Vergrößerung des Drehwinkels α infolge Durchbiegung eines abgebogenen langen, nicht fest eingespannten Schenkels	in °
$D_m = \frac{D_a + D_i}{2}$	Mittlerer Windungsdurchmesser	in mm	β'	Vergrößerung des Drehwinkels α infolge Durchbiegung eines tangentialen langen, nicht fest eingespannten Schenkels	in °
E	Elastizitätsmodul	in kp/mm ²	δ_0	Schenkelwinkel; Winkel zwischen den Mittellinien der Schenkel bei unbelasteter Feder	in °
$F_1, F_2, \dots, F_n$	Federkräfte am Hebelarm R und senkrecht zu diesem Hebelarm stehend, zugeordnet den Drehwinkeln $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$	in kp	$\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$	Schenkelwinkel, zugeordnet den Drehwinkeln $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$	in °
$M_1, M_2, \dots, M_n$	Federmomente, zugeordnet den Drehwinkeln $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$	in kp mm	$\delta' = \delta - \beta$	Korrigierter Schenkelwinkel δ bei Durchbiegung eines abgebogenen langen, nicht fest eingespannten Schenkels 1)	in °
N	Lastspielanzahl bis zum Bruch		$\delta'' = \delta - \beta'$	Korrigierter Schenkelwinkel δ bei Durchbiegung eines tangentialen langen, nicht fest eingespannten Schenkels 1)	in °
R	Hebelarm der Federkraft	in mm	σ_B	Zugfestigkeit	in kp/mm ²
W	Federungsarbeit	in kp mm	σ_H	Dauerhubfestigkeit eines Federdrahtes	in kp/mm ²
a	Lichter Abstand zwischen den federnden Windungen	in mm	σ_U	Unterspannung im Dauerfestigkeitsschaubild	in kp/mm ²
c_F	(Feder-) Kraftrate (Zunahme der Federkraft je Grad Drehwinkel)	in kp/°	$\sigma_{o\text{ zul}} = \sigma_U + \sigma_h\text{ zul}$	Zulässige Oberspannung im Dauerfestigkeitsschaubild	in kp/mm ²
c_M	(Feder-)Momenrate (Zunahme des Federmomentes je Grad Drehwinkel)	in kp mm/°	σ_h	Hubspannung, zugeordnet dem Schwingwinkel α_h 2)	in kp/mm ²
d	Draht- oder Stabdurchmesser	in mm	σ_i	Biegespannung ohne Berücksichtigung des Einflusses der Drahtkrümmung 2)	in kp/mm ²
i_f	Anzahl der federnden Windungen		σ_q	Biegespannungen bei Berücksichtigung des Spannungsbeiwertes q 2)	in kp/mm ²
l	Gestreckte Länge der federnden Windungen (ohne Schenkel)	in mm	$\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$	Biegespannungen, zugeordnet den Federmomenten $M_1, M_2, \dots, M_n$ bzw. den Federkräften $F_1, F_2, \dots, F_n$ 2)	in kp/mm ²
l_{K0}	Länge des unbelasteten Federkörpers (ohne Federschenkel)	in mm	σ_{zul}	Zulässige Biegespannung eines Werkstoffes	in kp/mm ²
l_{Kn}	Länge der um α_n verdrehten Drehfeder ($l_{Kn} > l_{K0}$)	in mm			
q	Spannungsbeiwert, abhängig vom Wikelverhältnis w . Der Spannungsbeiwert q berücksichtigt die ungleichmäßige Spannungsverteilung infolge der Drahtkrümmung				
r	Kleinsten inneren Biegeradius eines abgebogenen Schenkels	in mm			
$w = \frac{D_m}{d}$	Wickelverhältnis				
α	Drehwinkel, errechnet aus der Differenz zweier Schenkelwinkel	in °			
$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$	Drehwinkel, zugeordnet den Federmomenten $M_1, M_2, \dots, M_n$ bzw. den Federkräften $F_1, F_2, \dots, F_n$, wobei α_n der größte Drehwinkel ist, der gelegentlich im Betrieb oder einmalig beim Einbau der Drehfeder auftritt	in °			

1) Die Schenkelwinkel sind mit ihrem Vorzeichen in die Gleichung einzusetzen (siehe Beispiel zu Bild 1).

2) Die Spannungswerte sind ohne Berücksichtigung des Beiwertes q als $\sigma_{ih}, \sigma_{il}, \sigma_{i2}, \dots, \sigma_{in}$, mit Berücksichtigung des Beiwertes q als $\sigma_{qh}, \sigma_{ql}, \sigma_{q2}, \dots, \sigma_{qn}$ zu schreiben.