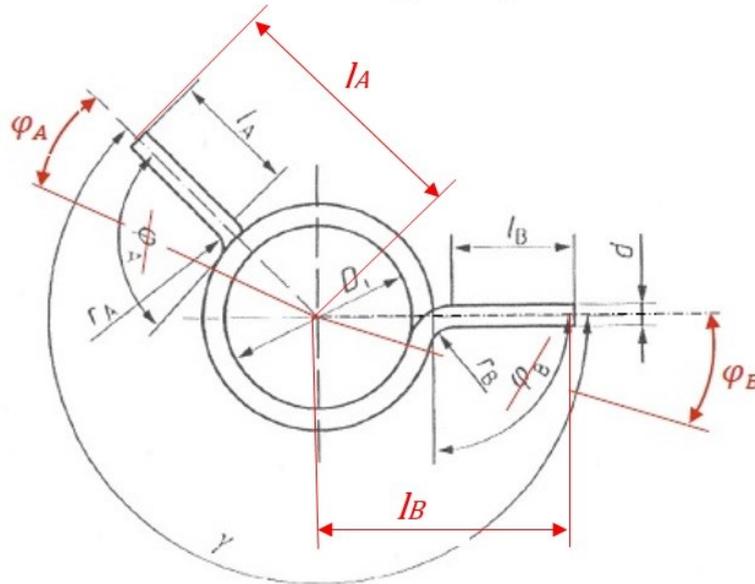


## Anmerkungen zu DIN EN 13906-3:2014-06

### zu Bild 4 – Drehfeder mit abgelenkten Schenkeln Seite 11



Durch das Abwinkeln der Federschenkel reduzieren die Winkel  $\varphi_A$  und  $\varphi_B$  den Windungsumfang.

**Die Bezugslinien sind zu korrigieren!**

**Vorschlag:**

Die Längenangaben der Federschenkel sollten sich zur eindeutigen Messung auf die Mitte Drehfeder beziehen.

## zu 5.1 Allgemeines

Seite 12

Gleichung (4):

Wo sind die Gleichungen (1), (2), (3)?

$$D_d = 0,95 \left[ \left\{ (D_i - |A_D|) \cdot \frac{n}{\left(n + \frac{\alpha_{max}}{360}\right)} \right\} - d \right] \quad \text{für den Arbeitsdorn}$$

- entweder  $D$  ohne Index  $i$  und mit  $-d$   
es gilt doch:  $D_i = D - d$   
- oder  $D_i$  aber dann ohne  $-d$   
**war in Ausgabe 2001 eigentlich richtig**

Gleichung (5):

$$D_h = 1,05 \left[ \left\{ (D_e + |A_D|) \cdot \frac{n}{\left(n - \frac{\alpha_{max}}{360}\right)} \right\} + d \right] \quad \text{für die Arbeitshülse}$$

korrigiert

minus, für den Hüsendurchmesser bei öffnender Belastungsrichtung

- entweder  $D$  ohne Index  $e$  und mit  $+d$   
es gilt doch:  $D_e = D + d$   
- oder  $D_e$  aber dann ohne  $+d$

## zu 7 Spannungskorrekturfaktor $q$

Seite 15

### Seine Abhängigkeit vom Wickelverhältnis mit der Näherungsgleichung

$$q = \frac{w+0,07}{w-0,75} \quad (7)$$

mit  $w = \left(\frac{D}{d}\right)$

Bei einem Abbiegeradius  $r$  am Federschenkel

wird  $w = \frac{2\left(r+\frac{d}{2}\right)}{d} \rightarrow w = 2\left(\frac{r}{d}\right) + 1$

und damit  $q = \frac{2\left(\frac{r}{d}\right)+1,07}{2\left(\frac{r}{d}\right)+0,25} \quad (7a)$

**Noch in DIN 2088:Juli1969, Bild 8, galt nach Göhner**

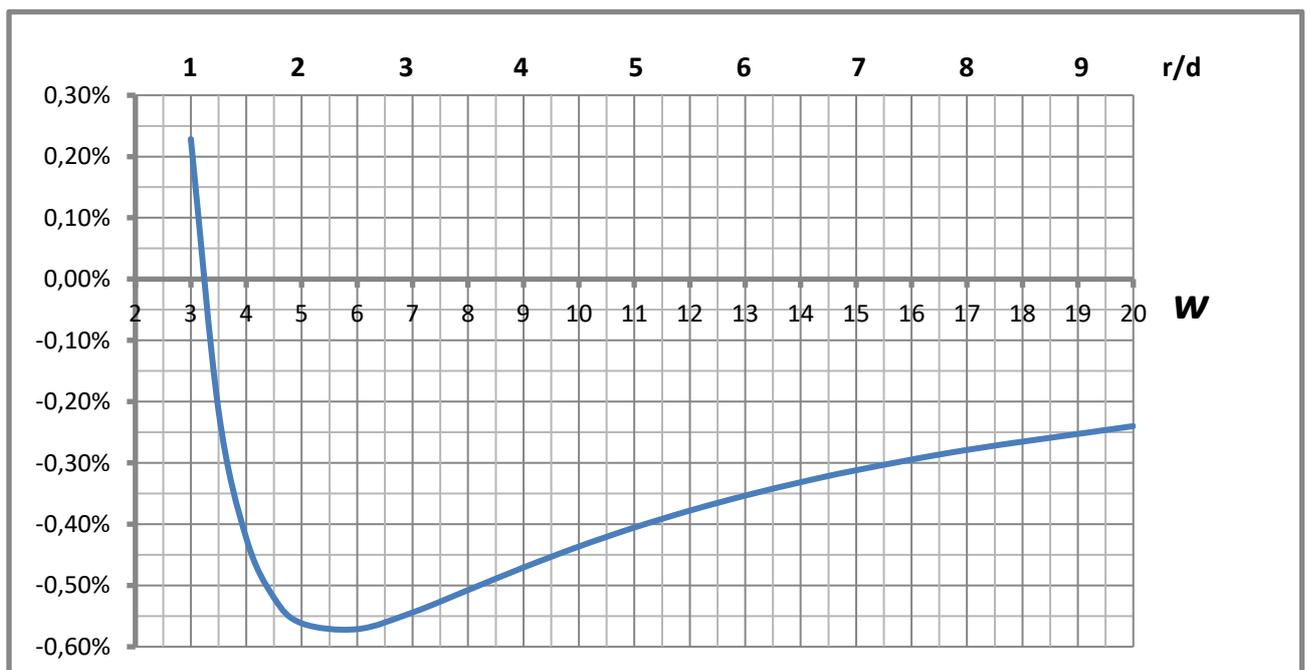
mit  $w = \left(\frac{D_m}{d}\right)$

$$q = 1 + 0,87 \cdot \left(\frac{1}{w}\right) + 0,642 \cdot \left(\frac{1}{w}\right)^2 + \dots$$

und an einem Abbiegeradius  $r$  am Federschenkel ( $w$  wie oben)

$$q_{(r/d)} = 1 + 0,87 \cdot \left(\frac{1}{2r/d+1}\right) + 0,642 \cdot \left(\frac{1}{2r/d+1}\right)^2 + \dots$$

Die Prozentuale Abweichung der Näherungsgleichungen (7), (7a), gegenüber dem Faktor  $q$  nach Göhner zeigt sich wie folgt:



Die Gleichungen (7) und (7a) erfüllen gut (<0,6%) die Gleichung nach Göhner

## zu 9.2.5

### Innerer Windungsdurchmesser im belasteten Zustand

Seite 18

In (16) ist mit  $\left(n + \frac{\alpha}{360}\right)$  die Belastungsrichtung schließend vorgegeben.

## zu 9.2.6

### Äußerer Windungsdurchmesser im belasteten Zustand

Seite 18

In (17) ist mit  $\left(n - \frac{\alpha}{360}\right)$  die Belastungsrichtung öffnend vorgegeben.

## zu 9 Berechnungsgleichungen

### Gleichung (12), (13), (21), (22)

Seite 17, 18

In den angegebenen Gleichungen ist der Faktor **3667** gerundet

aus  $\left(64 \cdot \frac{180}{\pi}\right) = 3666,93$

In Gleichung (14) ist der Faktor **1167** gerundet

aus  $\left(64 \cdot \frac{180}{\pi^2}\right) = 1167,22$

### Gleichung (23)

**Der Drehwinkel bei abgelenktem, nicht fest eingespanntem Federschenkel.**

Wie die Skizze im Bild 8 auf Seite 20 zeigt, setzt sich der gesamte Drehwinkel  $\alpha'$  nach Gleichung (25) zusammen aus dem Drehwinkel  $\alpha$  des Federkörpers und dem zusätzlichen Drehwinkel  $\beta$  des belasteten freien Federschenkels.

Der Drehwinkel  $\beta$  in Grad, ergibt sich dabei aus der Beziehung

$$\beta = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{s}{R}$$

Für den Verformungsweg  $s$  unter der Kraft  $F$  an dem Hebelarm  $R$

und dem Federschenkel der Länge  $L = \left(R - \frac{D}{2}\right)$  bzw.  $L = \frac{1}{2}(2R - D)$

ist mit  $s = \frac{FL^3}{3EJ}$  und  $J = \frac{\pi d^4}{64}$

$$\rightarrow \beta = \frac{180 \cdot 64}{\pi^2 \cdot 3 \cdot 8} \cdot \frac{F \cdot (2R - D)^3}{E \cdot R \cdot d^4} \text{ bzw. } \beta = \left(\frac{480}{\pi^2}\right) \cdot \frac{F \cdot (2R - D)^3}{E \cdot R \cdot d^4}$$

Der Faktor **48,63** in Gleichung (23) ist gerundet aus  $\left(\frac{480}{\pi^2}\right)$

In Gleichung (23) wird jedoch der Abbiegeradius  $r$  an dem Federschenkel, für die Berechnung des Drehwinkels  $\beta$  vernachlässigt.

Das ist sicher für kleine Abbiegeradien im Verhältnis zur Länge des Federschenkels zu vertreten. Bei Radien größer dem Drahtdurchmesser, bedingt durch konstruktive Vorgaben sowie zur Verringerung der Spannungsbelastung, ist für die Ermittlung des zu erwartenden Drehwinkels  $\alpha'$  eine genauere Berechnung des zusätzlichen Drehwinkels  $\beta$  erforderlich.

Siehe hierzu unter [Aufsätze] „Der Drehwinkel Beta an der Drehfeder.pdf“

### Gleichung (24)

**Der Drehwinkel bei tangenbialem, nicht fest eingespanntem Federschenkel.**

Wie die Skizze im Bild 9 auf Seite 21 zeigt, setzt sich der gesamte Drehwinkel  $\alpha''$  nach Gleichung (26) zusammen aus dem Drehwinkel  $\alpha$  des Federkörpers und dem zusätzlichen Drehwinkel  $\beta'$  des belasteten freien Federschenkels.

Der Biegewinkel  $\beta'$  in Grad, ergibt sich dabei aus der Beziehung

$$\beta' = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{s'}{R}$$

Mit dem Verformungsweg  $s'$  unter der Kraft  $F_L$  an dem Hebelarm  $L$  im Abstand  $R$  aus der Drehfedermitte

gilt für 
$$L = \sqrt{R^2 - \left(\frac{D}{2}\right)^2} \quad \text{und} \quad L^2 = \frac{1}{4}(4R^2 - D^2)$$

und für 
$$M = F_L \cdot L \quad \rightarrow \quad \text{entsprechend} \quad M = F \cdot R$$

Mit 
$$s' = \frac{ML^2}{3EJ} \quad \text{und mit} \quad J = \frac{\pi d^4}{64}$$

wird 
$$\beta' = \frac{180 \cdot 64}{\pi^2 \cdot 3 \cdot 4} \cdot \frac{M \cdot (4R^2 - D^2)}{R \cdot E \cdot d^4} \quad \text{bzw.} \quad \beta' = \left(\frac{960}{\pi^2}\right) \cdot \frac{F \cdot (4R^2 - D^2)}{E \cdot d^4}$$

Der Faktor **97,27** in Gleichung (24) ist gerundet aus:  $\left(\frac{960}{\pi^2}\right)$

Auch hier kann unter Belastung für  $D = D_\alpha$  eingesetzt werden.  
(siehe oben)

**Aufgrund der heutigen Berechnungsmöglichkeiten könnten die Nomogramme Bild 8 und 9 ganz entfallen.**

**Die Darstellung von Bild 7, Seite 15 sollte jedoch mit einem waagrechten Raster verbessert werden, da es sehr gut die Abhängigkeit des Spannungskorrekturfaktors  $q$  vom Wickelverhältnis  $w$  zeigt.**

## zu Bild 10 – Dauerfestigkeitsschaubild ...

Seite 23

DIN EN 13906-3:2014-06  
 EN 13906-3:2014 (D)

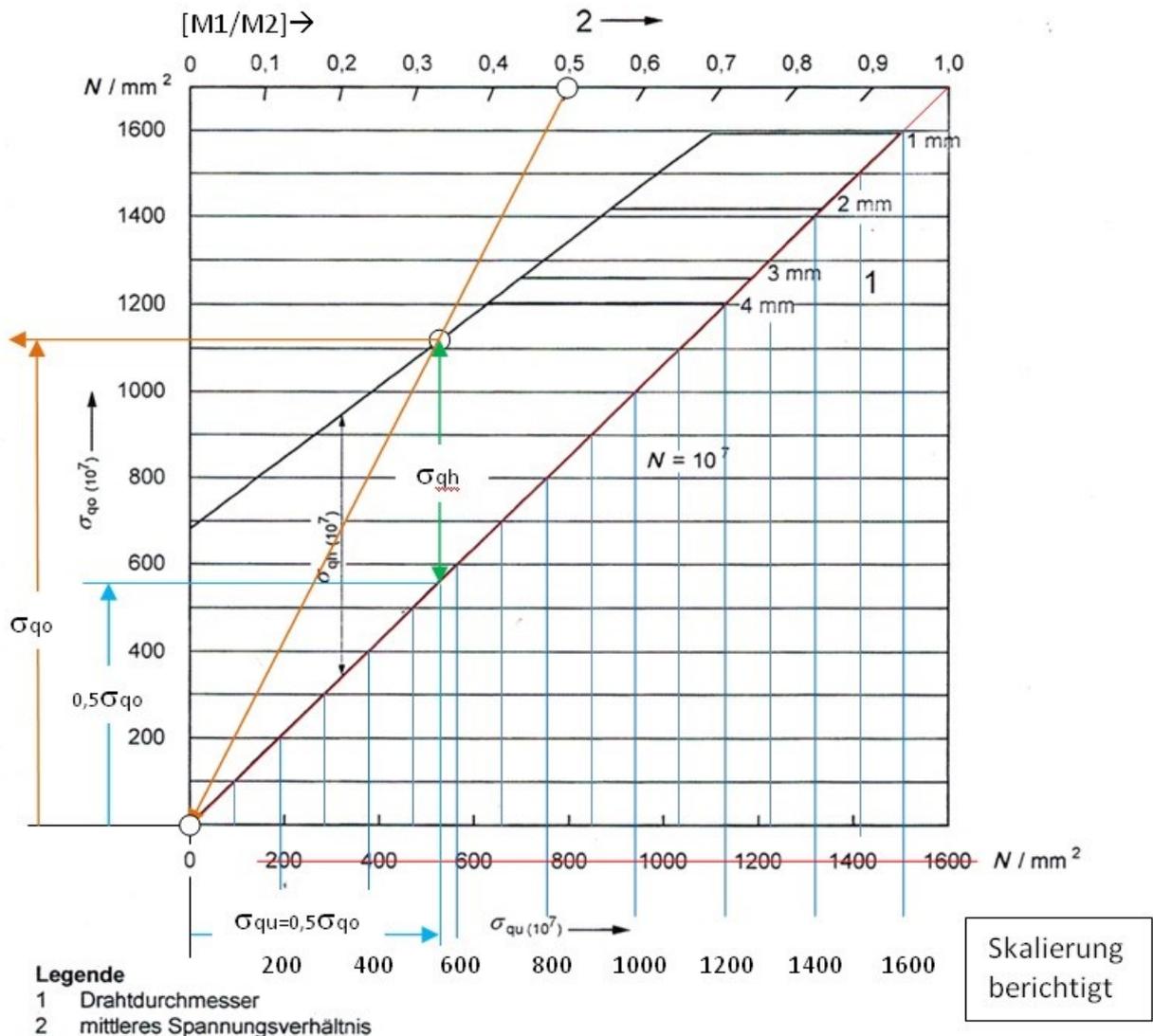


Bild 10 — Dauerfestigkeitsschaubild für kaltgeformte, zylindrische Federn aus patentiert-gezogenem Federstahldraht der Sorte DH nach EN 10270-1, nicht kugelgestraht

Wie unter 10.2.3 beschrieben, wurde für ein Drehmomentverhältnis  $M_1/M_2$  entsprechend  $\sigma_{qu}/\sigma_{qo} = 0,5$  gewählt.

Aus dem Schnittpunkt mit der oberen Spannungslinie für  $10^7$  Lastwechsel, kann der Wert für  $\sigma_{qo} = 1.120 N/mm^2$  entnommen werden.

Daraus ergibt sich mit  $0,5\sigma_{qo} \rightarrow \sigma_{qu} = 560 N/mm^2$  der Schnittpunkt an der 45° Linie.

**Zur Übereinstimmung ist die Skalierung für  $\sigma_{qu}$  in Bild 10 zu berichtigen.**