

Zusatzversuch bei Firma Schnöring

Konstantin Mrozik
konstantin.mrozik@udo.edu

Marcel Kebekus
marcel.kebekus@udo.edu

Durchführung:

Abgabe:

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1	Zugfedern allgemein	3
1.1	Federbauform	3
1.2	Ösenform	4
1.3	Beanspruchungsart	4
1.4	Vorspannung	5
2	Theorie	6
3	Durchführung	7

Ziel

Es soll die Federrate einer Zugfeder im Hinblick auf die Parameter der Federdicke und der Windungszahl untersucht werden. Somit soll rückschließend eine Möglichkeit zur Materialeinsparung innerhalb eines vorgegebenen Ratentoleranzbereich gefunden werden.

1 Zugfedern allgemein

Überall wo die Krafteinwirkung nicht auf Druck, sondern auf Zug erbracht werden muss werden Zugfedern verwendet. Trotz der benötigten Größe des Einbauraumes und der sensiblen Stelle an den Ösen, werden Zugfedern vor allem aufgrund ihrer Knickfreiheit verwendet. Führungselemente wie Hülsen oder Dorn sind somit überflüssig und somit besteht die Möglichkeit einer reibungsfreien zentrischen Kraftübertragung.

Im folgenden soll kurz auf die verschiedenen Komponenten und Unterschiede zwischen Zugfedern eingegangen werden:

1. Federbauform und Ösenform
2. Vorspannung
3. Relaxation, Schubspannung und Federkräften
4. Belastungsart
5. Federwerkstoff und Oberfläche

1.1 Federbauform

Die gängigen Federbauformen für Zugfedern sind zylindrischer Form mit einer linearen Federkennlinie, aber auch kegel- oder tonnenförmige Formen sind verbreitet, was vor allem den Vorteil einer höheren Lebensdauer hat.

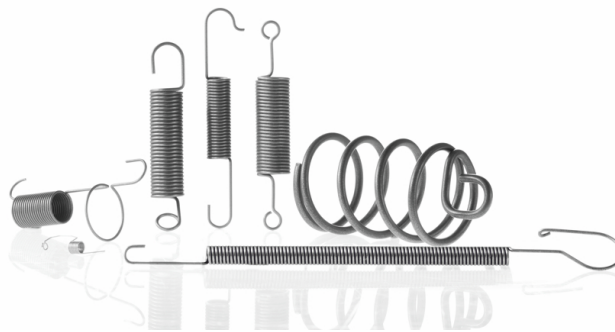


Abbildung 1: Spezielle Zugfedern [KompZ]

1.2 Ösenform

Die Ösen der Zugfedern (bzw. die Ösenanbindung am Übergangsbogen) bilden eine schwierige Region, da es dort oftmals zu Ösenbrüchen kommen kann. Aufgrund dessen sind Zugfedern nicht für Dauerfest-Einsätze geeignet. Als klassisch gilt die 1/1 deutsche Öse oder der Hakenöse. Für eine erhöhte Lebensdauer verwendet man auch einen eingerollten Gewindebolzen oder einen eingeschraubte Gewindestopfen.

Die Öse bildet dabei den zentralen Angriffspunkt für drei Kräfte: Zugbelastung, Torsionsbelastung und Biegebelastung.

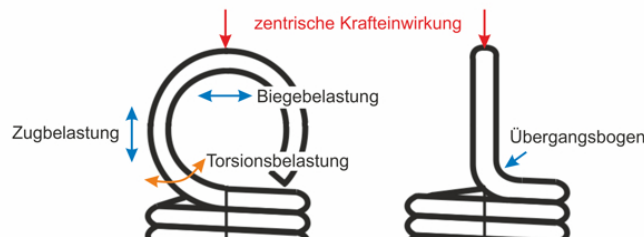


Abbildung 2: Verschiedene Ösenbelastungen [KompZ]

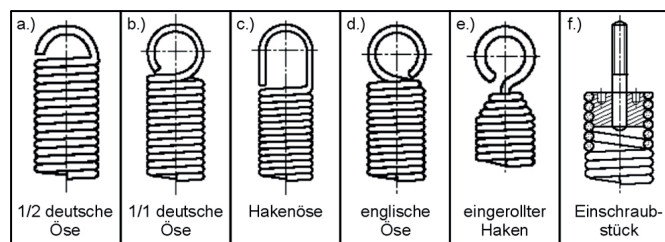


Abbildung 3: Verschiedene Ösenformen [AusM2]

1.3 Beanspruchungsart

Generell unterscheidet man zwischen einer statischen und einer dynamischen Beanspruchung. Von einer statischen Beanspruchung einer Zugfeder spricht man bei einer zeitlich konstanten Belastung, bzw. einer Belastung mit weniger als 10000 Hüben oder kleinen Hubspannungen. Hat die Feder mehr als 10000 Lastwechsel oder Hubspannungen die konstanten und veränderlichen sind, so spricht man von einer dynamischen Beanspruchung.

1.4 Vorspannung

Bei der Herstellung entsteht eine Vorspannung aufgrund eines Drilles gegen die nächste Windung. Dadurch wird die Betriebslänge der Zugfeder minimiert, sie ist allerdings mit höheren Produktionskosten verbunden.

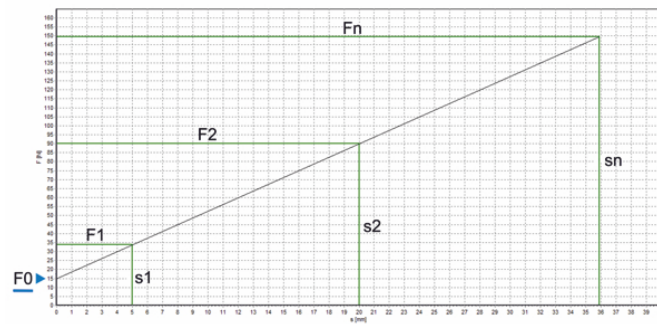


Abbildung 4: Zugfeder Weg-Kraft-Diagramm [KompZ]

2 Theorie

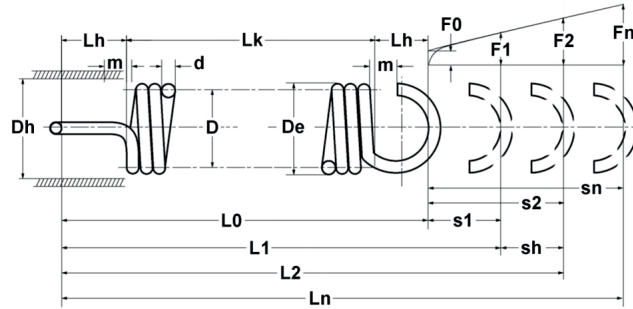


Abbildung 5: Theoretisches Zugfederdiagramm [AusM2]

Für zylindrische Zugfedern aus Draht mit einem Kreisquerschnitt gilt:

Die Federrate (auch Federkonstante) R :

$$R = \frac{F}{s} = \frac{Gd^4}{8D^3n} = \frac{F - F_0}{s} \quad (1)$$

Die Federkraft F :

$$F = \frac{Gd^4s}{8D^3n} + F_0 = R \cdot s + F_0 \quad (2)$$

Der Federweg s :

$$s = \frac{8D^3(F - F_0)}{GD^4} \quad (3)$$

Für den Festigkeitsnachweis der Zugfeder ist die Ermittlung der Schubspannung τ nötig, welche für die dynamischen Beanspruchungen mit einem Faktor k korrigiert werden müssen.

$$\tau = \frac{8DF}{\pi d^3} \quad (4)$$

$$\tau_k = k \cdot \tau \quad (5)$$

$$\text{mit } k = \frac{\frac{D}{d} + 0.5}{\frac{D}{d} - 0.75} \quad (6)$$

Für die zulässige Spannung ergibt sich

$$\tau_{zul} = 0.45 \cdot R_m \quad (7)$$

Dabei spiegelt R_m die ZUGfestigkeit des Federstahls wieder.

Ist dabei s_n der zu τ_{zul} Federweg, so sollte in der Praxis nur 80% dieses Federweges ausgenutzt werden um Relaxation (Kraftverlust) zu vermeiden. Also $s_{prax} = 0.8 \cdot s_n$

3 Durchführung

Folgendes soll untersucht werden:

1. Messung: Einfluss der Windungszahl n auf die Federkraft F . Dies soll dem zusätzlichen Materialverbrauch gegenübergestellt werden.
2. Messung: Einfluss der Federdicke d auf die Federkraft F . Dies soll dem zusätzlichen Materialverbrauch gegenübergestellt werden.
3. Fazit: Kominierung der Parameter Windungszahl n und Federdicke d für ein minimum an Materialverbrauch bei vorgegebener Federkrafttoleranzbereich.

Als Basis verwende man eine zu der Zeichnung und den Größen passende Zugfeder. Diese wird zunächst gewogen (mehrere Federn und dann mitteln) und ihre Federkraft F_{Basis} geprüft.

Nun werden jeweils X Federn mit varriierender Windungszahl Δn produziert und deren Gewicht sowie Federkraft $F_{\Delta n}$ vermessen. Danach wird die Maschine auf die Basislage zurückgestellt. NUn wird der Paramter der Federdicke um Δd varriert und resultierende Federkraft $F_{\Delta d}$ vermessen.