

RINGSPANN AG



Präzisionsfedern
Kundenspezifische Ausführungen

www.ringspann.ch

Kundenspezifische Präzisionsfedern

Allgemein bekannt sind Federn in der Technik als Normteile, die kalt- oder warmgeformt aus legierten oder unlegierten Federstählen mit rundem, quadratischem oder rechteckigem Querschnitt hergestellt werden. Weniger bekannt sind hingegen spanabhebende Federn aus einem Stück. Diese speziellen Federn können, wie die Standardfedern, mit Druck-, Zug- und Torsionskräften sowie Biegespannungen belastet werden. Das Raffinierte dabei ist jedoch, dass diese Federn eine optimal aufeinander abgestimmte Kombination der verschiedenen Federwerte zulassen.

Der herausragende Vorteil dieser Federform gegenüber gewickelten Federn sind sehr präzise und konstante Federraten bis zu $\pm 0.1\%$ bei einer Wiederholbarkeit von bis zu 1%. Die Herstellung erfolgt aus Vollmaterial, z. B. aus einer Stange oder einem Rohr. Darin wird eine wendelförmige Nut geschnitten. Dieses Bearbeitungsverfahren eignet sich besser als das Wickeln einer Feder, denn es erzeugt im Gegensatz zum Umformen keine interne «künstliche» Spannung, sondern nur die natürliche Materialspannung. Die Feder erhält dadurch eine lineare Federkennlinie mit hoher Wiederholgenauigkeit und Dauerfestigkeit.

Dazu kommt, dass die spanabhebend gefertigten Präzisionsfedern weit mehr Gestaltungsmöglichkeiten und Vorteile bieten:

- Vielfältige Befestigungsmöglichkeiten (hohe Festigkeit/Lebensdauer, da keine gebogenen Federenden)
- Integration von Funktionen
- Grosse Materialvielfalt
- Mehrgängige und/oder gegenläufige Wendellösung zur Vermeidung der Ausknickung oder Rotation der freien Federenden



Anwendungsbeispiel Sonder-Druckfeder

Ursprüngliche Lösung (links):
Neue Lösung (rechts):

Druckfeder aus drei Bauteilen
Präzisionsfeder aus einem Bauteil

Vorteile der neuen Lösung:

- Höhere Genauigkeit und Funktionssicherheit
- Nur ein Bauteile für die Hauptfunktion «Druckfeder»
- Minimierung von Beschaffungsaufwand und Lagerhaltung

Inhalt

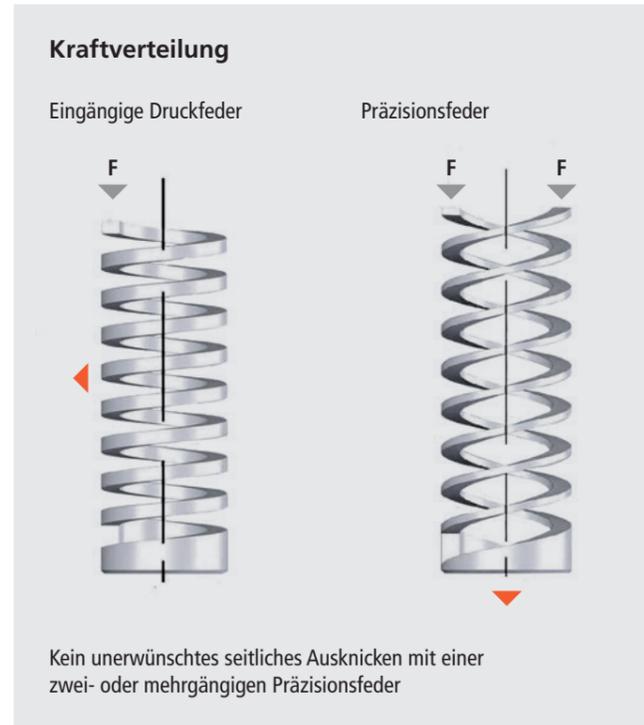
| | |
|-----------------------|---|
| Technische Grundlagen | 4 |
| Konstruktionsmerkmale | 7 |
| Facts & Figures | 9 |

Technische Grundlagen

Herkömmliche Zug- und Druckfedern wie auch eingängige spanabhebend bearbeitete Federn bestehen aus einer kontinuierlichen Spirale, die auf einer Seite anfängt und auf der anderen endet. Eine Kräfteinwirkung auf eine solche Feder erfolgt nur über einen Punkt und bewirkt ein Kippmoment. Als Hebelarm wirkt dabei der Abstand zwischen der Federlängsachse und der Mittellinie der Spirale. Lange Schraubendruckfedern können darum bei Belastung ausknicken. Dieses «Buckling» ist ein gefährlicher Zustand, da die Feder ihre Kraft nicht mehr überträgt und dadurch sehr schnell ausfällt.

Um eine seitliche Bewegung oder Krümmung einer eingängigen Feder zu vermeiden, muss die Feder ab einer gewissen Länge auf einem Dorn oder in einer Hülse geführt werden. Dadurch kann jedoch Reibung entstehen, welche die einwandfreie Funktion und die Lebensdauer der Feder negativ beeinflusst. Dies erfordert oft eine Schmierung der Bauteile, die aber je nach Verwendung nicht erwünscht ist.

Bei mehrgängigen Federn wird der Druck resp. Zug auf mehrere Punkte verteilt, was zu einer gleichmässigen parallelen Kraftverteilung zur Mittelachse der Feder führt. Je mehr Gänge die Feder besitzt, umso präziser wird die Parallelität bei Kompression oder Ausdehnung umgesetzt.



Höchste Präzision in allen Bereichen

Das spanabhebende Herstellverfahren der Präzisionsfedern erzeugt keine inneren Spannungen, die zur Kräfteinleitung überwunden werden müssen. Ebenso sind durch die präzise Herstellung alle Federwindungen aktiv. Deshalb verformt sich die Feder während der Belastung gleichmässig und nimmt bei Entlastung wieder die ursprüngliche Form an. Dies ergibt lineare Federkennlinien.

Die Federrate einer gewickelten Feder liegt in einem Toleranzfeld von $\pm 10\%$. Präzisionsfedern hingegen liegen im Bereich von $\pm 5\%$ und können kundenspezifisch mit einer Toleranz von $\pm 1\%$ hergestellt werden.

Eine hohe Federpräzision mit hundertprozentig linearer Federkennlinie ist gerade bei sehr kleinen Hubbewegungen in hochpräzisen Regelsystemen gefragt. Hier wurde auch schon ein Projekt realisiert, bei dem eine Federrate von $\pm 0.1\%$ erzielt werden konnte.

Auswirkung des Federprinzips auf die Kennlinie



Die gewickelte Feder erreicht in der Startphase der Verformung keine lineare Federkennlinie aufgrund der halben, inaktiven Windung an den Federenden. Die Druckfeder muss für einen linearen Kraftverlauf vorgespannt werden.

Die Präzisionsfeder weist eine lineare Federkennlinie auf, da sich alle Windungen frei bewegen können.

Eingängige Feder

Zweigängige Feder

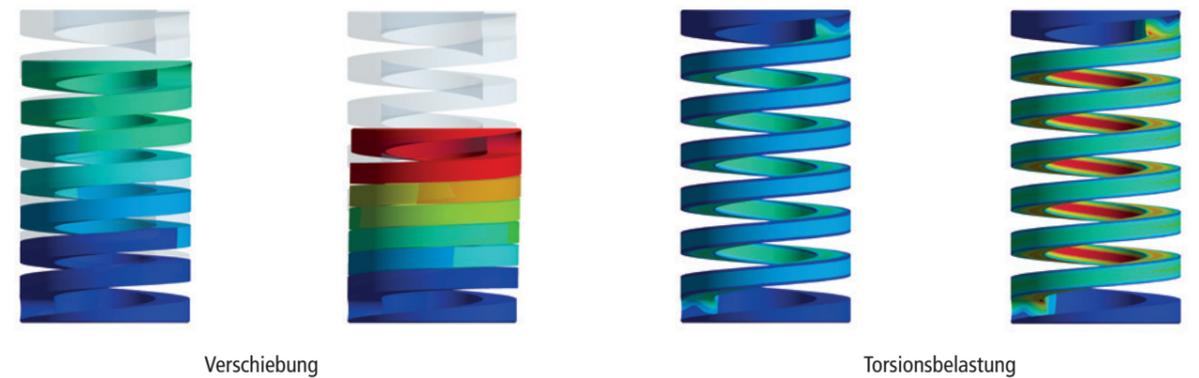


Sowohl links- als auch rechtsgängige Wendel können in einer Feder gleichzeitig hergestellt werden. Dadurch wird eine unerwünschte Verdrehung am Federende verhindert.



Einsatz der Finite-Elemente-Methode (FEM)

Mittels Einsatz der FEM-Analyse können präzise Aussagen zur Festigkeit und zur Lebensdauer spezifischer Anwendungen gemacht werden.



Eine breite Auswahl an Werkstoffen steht zur Verfügung

Entscheidend für die Auswahl des Federwerkstoffs ist das Elastizitätsmodul bzw. das Gleitmodul. Diese Werkstoffkenngrößen drücken das Verhältnis zwischen Spannung und Dehnung aus und sollten einen möglichst hohen Wert aufweisen.

Je nach Anwendung sind zusätzlich folgende Werkstoffeigenschaften für Federn entscheidend:

- Hohe zulässige Spannungen auch bei erhöhten Temperaturen ohne grössere Kraftverluste (geringe Relaxation)
- Hohe Dauerschwingfestigkeit (feinkörniges Gefüge, frei von Verunreinigungen)
- Möglichst gleitfähige Oberfläche
- Schutz gegenüber Korrosion
- Ggf. elektrisch leitend oder antimagnetisch

Üblicherweise werden gewickelte Federn aus Federstahldraht nach EN 10270-1 gefertigt. Demgegenüber ist das Materialangebot zur Herstellung einer Präzisionsfeder wesentlich breiter, da der Werkstoff kein Verformungsvermögen besitzen muss. Es muss lediglich eine maschinelle Zerspanung möglich sein. Dadurch können z. B. leichte Aluminiumfedern oder elektrisch isolierende Federn aus Kunststoff oder sogar hochfeste Titanfedern hergestellt werden.

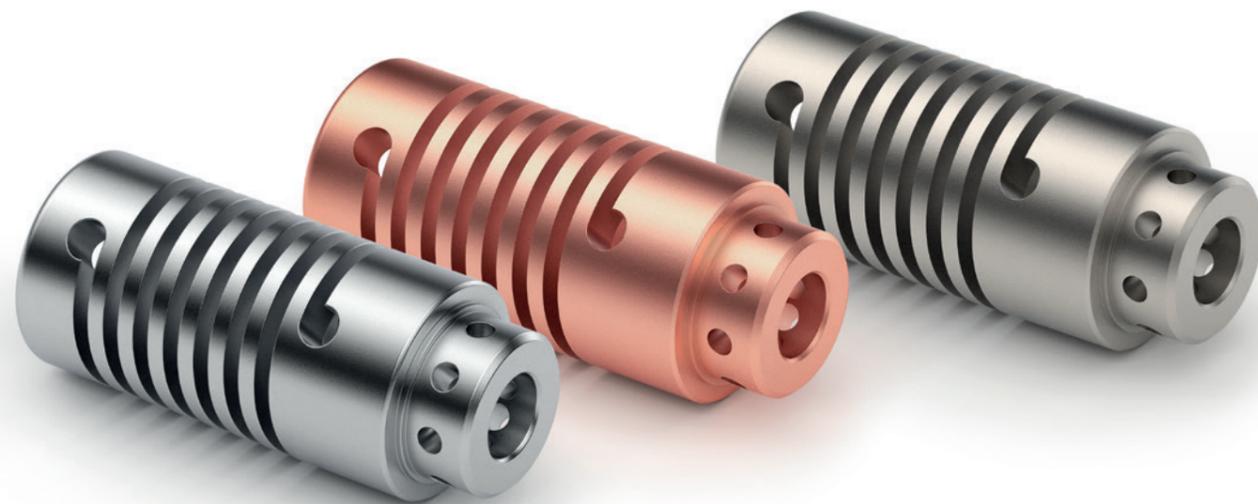
Richtwerte für den Einsatz von Präzisionsfedern

Druck- und Zugfedern

- Druck- bzw. Zugkraft von 2 bis 4500 N
- Aussendurchmesser von 1.5 bis 80 mm
- Längen von 6 bis 500 mm

Torsionsfedern

- Torsionsmoment von 5 bis 225 Nm
- Verdrehwinkel von 1 bis 360°
- Aussendurchmesser von 1.5 bis 80 mm
- Längen von 6 bis 500 mm



Druckfedern aus rostfreiem Stahl (links), Kupfer (Mitte) oder Titan (rechts)

Konstruktionsmerkmale

Die richtige Wahl der Befestigung

Gewickelte Spiralfedern werden normalerweise mit angelegtem Draht, geschliffenen Enden, Zapfen, Ringen oder Haken befestigt, die aus dem Federstahl selbst hergestellt wurden.

Die kleinen Biegeradien verursachen übermäßige Materialbeanspruchungen und sind häufige Ursache für das Versagen des Bauteiles. Diese Befestigungspunkte am Federanfang bzw. Federende sind nicht in der Lage, die Drehmomente, die innerhalb der Feder bei Druck- resp. Zug- oder Torsionsbeanspruchung entstehen, in die angrenzenden Bauteile einzuleiten. Diese Momente verursachen jedoch Biegung unter Last.

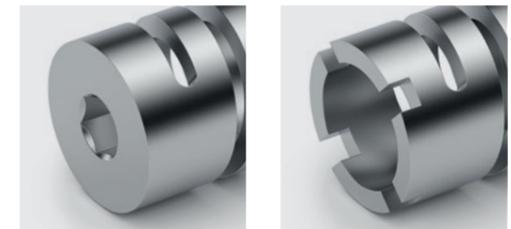
Im Gegensatz dazu sind Verbindungen spanabhebend hergestellter Federn auf das Nötigste reduziert und können dort verstärkt werden, wo es erforderlich ist. Nicht abgestützte Momente werden beispielsweise durch die Verwendung von Doppelzapfen, Kreuzschlitzen, Nuten, Befestigungsflanschen usw. verhindert.

Mit diesen integrierten Anschlüssen erhöht sich die Lebensdauer der Feder und der Einbauraum kann optimiert werden. Oftmals werden dabei zugleich die Produktions- und Montagekosten reduziert.



Gewindezapfen

Stiftbohrungen



Innensechskant

Nuten

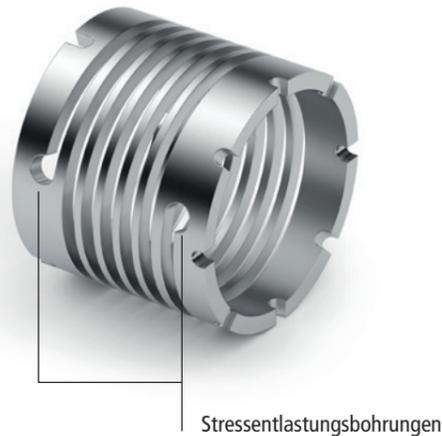


Kundenspezifische Torsionsfeder, Material C 300

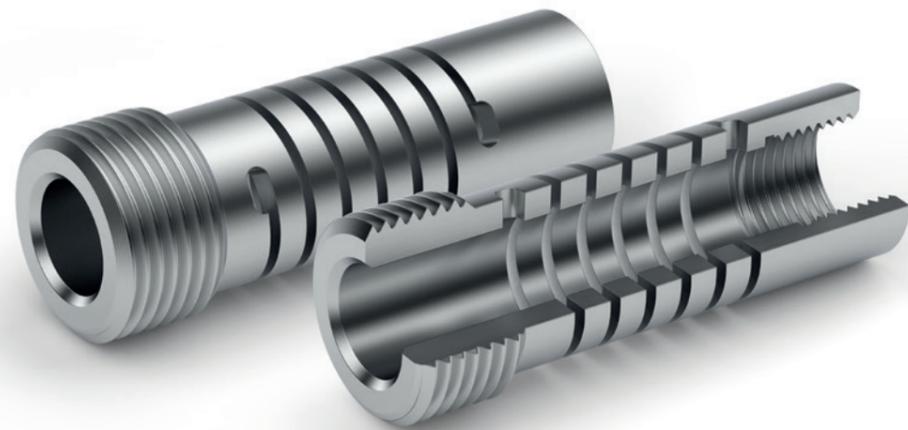
Erhöhung der Lebensdauer

Eine erhöhte Lebensdauer einer Präzisionsfeder kann u. a. mittels folgender Massnahmen erreicht werden:

- Sogenannte Stressentlastungsbohrungen am Wendelauslauf reduzieren die Kerbspannung. Je grösser die Bohrung, desto geringer die Spannung und desto höher die Anzahl möglicher Lastwechsel.
- Durch «Verdicken» des Wendelauslaufs kann die Festigkeit der Feder im kritischen Bereich erhöht werden, was sich positiv auf die Lebensdauer auswirkt.
- Eine weitere Möglichkeit zur Erhöhung der Lebensdauer ist die Oberflächenvernicklung, die eine hohe Härte, eine optimale Abriebsfestigkeit und einen hervorragenden Korrosionsschutz gewährleistet.



Stressentlastungsbohrungen



Branche: Druckmaschinen
Anwendung: Wendelkupplung als Druckfeder in Spannkupplung

Integrierte Funktionen – Reduktion von Bauteilen

Im Zusammenhang mit den vielfältigen Möglichkeiten der Befestigungen bzw. der Federanschlüsse können gleichzeitig verschiedene Funktionen im Bauteil integriert werden.

Die Vorteile:

Ihre Gesamtkosten werden reduziert

- Weniger Bauteile für eine Funktion
- Kürzere Montagezeiten
- Minimierung des Beschaffungsaufwands

Ihre Sicherheit wird erhöht

- Nur ein Bauteil – eindeutige Schnittstellen
- Ein Ansprechpartner für mehrere Funktionen – Erhöhung der Systemsicherheit und des Qualitätsstandards

Ihre Lager- und Administrationskosten werden optimiert

- Weniger Bauteile an Lager
- Minimierung von Bestellungen und Lieferanten

Ihr Entwicklungsaufwand wird verringert

- Auf Wunsch erstellen wir Ihnen kostenlos Konstruktionsvorschläge
- Nutzen Sie unsere Berechnungssoftware

Facts & Figures

Standardfeder



- Nur als eingängig gewickelte Ausführung verfügbar
- Kundenspezifische Befestigungen sind eingeschränkt und nach dem Wickelprozess herstellbar
- Exakte Innen- bzw. Aussendurchmesser erfordern einen nachträglichen Schleifprozess
- Verschiedene Federarten (Druck, Zug, Torsion) sind nicht kombinierbar
- Die Wendel besitzt eine leistungsbeeinflussende Eigenspannung
- In einem Produktionslos können die Federraten in einem gewissen Masse variieren
- Eingeschränkte Werkstoffauswahl
- Veränderliche Parallelität und Rechtwinkligkeit während der Belastung (Knicken)
- Integrierte Funktionen sind nur schwierig und über verschiedene Bauteile realisierbar

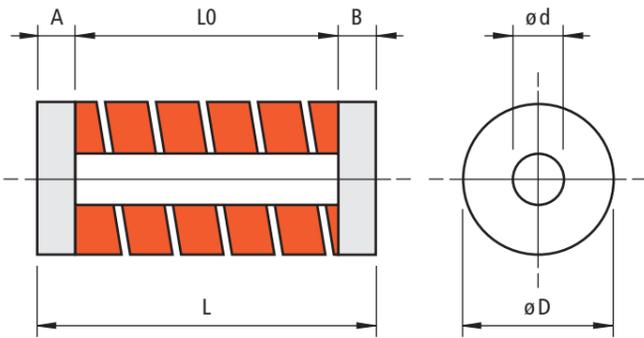
Präzisionsfeder



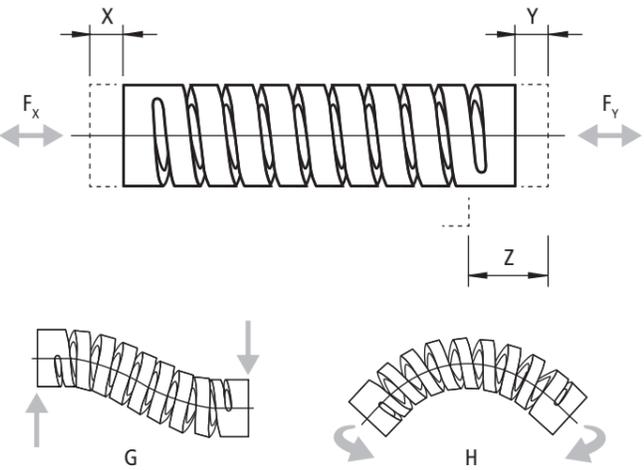
- Ein-, zwei- und dreigängige Ausführungen
- Integrierte, kundenspezifische Befestigungen in nahezu beliebiger Ausführung
- Die maschinelle Einstück-Fertigung garantiert die präzise Einhaltung der Kundenanforderungen
- Vorgegebene Druck-, Zug- oder Torsionskennlinien sowie sämtliche Verlagerungswerte werden präzise abgestimmt – eine Kombination dieser Parameter ist möglich
- Die minimale Eigenspannung in der Wendel ist vernachlässigbar
- Die Federraten im Produktionslos sind identisch, Wiederholgenauigkeiten von bis zu 1% sind herstellbar
- Hohe Vielfalt bei der Materialwahl: Stahl, Aluminium, Titan, Kunststoff usw.
- Hohe Leistung und Zuverlässigkeit durch die perfekte Parallelität und Rechtwinkligkeit der Feder
- Ein Hersteller für die komplette Funktion (Feder und Anbauteile, integrierte Funktionen)

Anfrage Kundenspezifische Präzisions-Druck- und Zugfedern

Abmessungen



Anwendung



Geometrie/Material

| | | |
|---------------------------------|---|----|
| Aussendurchmesser (D) | <input type="text"/> | mm |
| Innendurchmesser (d) | <input type="text"/> | mm |
| Federlänge (L0) | <input type="text"/> | mm |
| Gesamtlänge (L) | <input type="text"/> | mm |
| Sonderbefestigung (A), optional | <input type="text"/> | |
| Sonderbefestigung (B), optional | <input type="text"/> | |
| Material | <input type="text"/> | |
| Umgebungstemperatur | <input type="text"/> | °C |
| Umgebung korrosiv | <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein | |

Technische Daten

| | Seite X | Seite Y |
|--|--|----------------------|
| Federweg | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Max. Federweg (Z) | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Druck- bzw. Zugkraft (F) | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Toleranz (10% = Standard) | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Anwendung | <input type="checkbox"/> statisch <input type="checkbox"/> dynamisch | |
| | <input type="checkbox"/> hohe Radialverlagerung (G)* | |
| | <input type="checkbox"/> Schrägverlagerung (H), dreidimensional* | |
| Frequenz | <input type="text"/> | Hz |
| Lebensdauer/Anzahl Lastwechsel (ein LW = Belastung/Entlastung) | <input type="text"/> | |

Bemerkungen

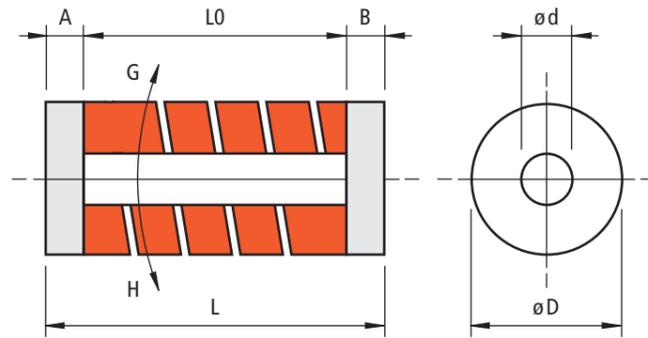
Beilagen Skizze

* Bitte um Rücksprache mit der RINGSPANN-Technik

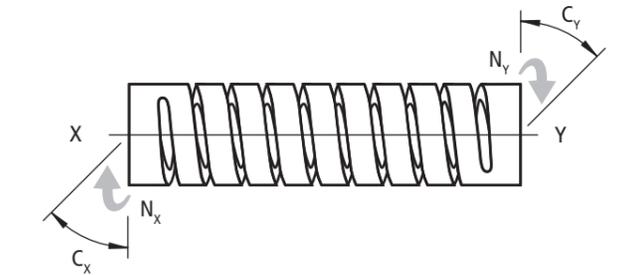
Anfrage bitte per Mail an info@ringspann.ch

Anfrage Kundenspezifische Präzisions-Torsionsfedern

Abmessungen



Anwendung



Geometrie/Material

| | | |
|---------------------------------|---|----|
| Aussendurchmesser (D) | <input type="text"/> | mm |
| Innendurchmesser (d) | <input type="text"/> | mm |
| Federlänge (L0) | <input type="text"/> | mm |
| Gesamtlänge (L) | <input type="text"/> | mm |
| Sonderbefestigung (A), optional | <input type="text"/> | |
| Sonderbefestigung (B), optional | <input type="text"/> | |
| Torsionsmoment/Drehrichtung | <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/> beidseitig | |
| Material | <input type="text"/> | |
| Umgebungstemperatur | <input type="text"/> | °C |
| Umgebung korrosiv | <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein | |

Technische Daten

| | Seite X | Seite Y |
|--|--|----------------------|
| Verdrehwinkel (C) | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Torsionsmoment (N) | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Toleranz (10% = Standard) | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Anwendung | <input type="checkbox"/> statisch <input type="checkbox"/> dynamisch | |
| Frequenz | <input type="text"/> | Hz |
| Lebensdauer/Anzahl Lastwechsel (ein LW = Belastung/Entlastung) | <input type="text"/> | |

Bemerkungen

Beilagen Skizze

Anfrage bitte per Mail an info@ringspann.ch

RINGSPANN AG

Produktbereiche

Antriebstechnik



Freiläufe



Bremsen



Kegelradgetriebe



Spindelhubgetriebe



Wellenkupplungen



Welle-Nabe-Verbindungen



Planetengetriebe



Stellantriebe

Messtechnik



Drehgeber



Lagerlose Geber



Spanndorne



Spannfutter



Lineare Wegmesssysteme



Handräder



Sonderspannzeuge



Spannkupplungen

Spanntechnik