
Kapitel 1 | Chapitre 1

Abfedern
Amortissement

SCHNORR®-Tellerfedern
Rondelles ressorts SCHNORR®



Inhalt

Original SCHNORR®- Tellerfedern

bit.ly/ff_schnorr



Original SCHNORR®-Tellerfedern

Charakteristische Vorzüge	2
Wirkung von Federkräften	2+3
Übersichtstabelle Werkstoffe	6+7
Werkstoffe	8+9
Masstabellen Tellerfedern Standard-Werkstoffe (Federstahl)	11-15
Masstabellen Tellerfedern korrosionsbeständig	16-18

Original SCHNORR®-Tellerfedern «K»

Die optimale Ergänzung für Kugellager	19
Masstabellen Tellerfedern «K», nicht geschlitzte Federn	20+21
Masstabellen Tellerfedern «K», geschlitzte Federn	22

Sommaire

Rondelles ressorts SCHNORR®

bit.ly/rr_schnorr



Rondelles ressorts SCHNORR®

Avantages des rondelles ressorts SCHNORR®	4
Rôle de l'effort sur une rondelle	4+5
Tableau de matériaux	6+7
Matériaux	9+10
Tableaux de dimensions, rondelles ressort matériaux standard (acier à ressort)	11-15
Tableaux de dimensions, rondelles ressorts résistant à la corrosion	16-18

Rondelles ressorts SCHNORR® type «K»

Montage optimal des roulements à billes	19
Tableau de dimensions des rondelles ressorts type «K» non fendues	20+21
Tableau de dimensions des rondelles type «K» fendues	22

Die charakteristischen Vorzüge der Original SCHNORR®-Tellerfedern

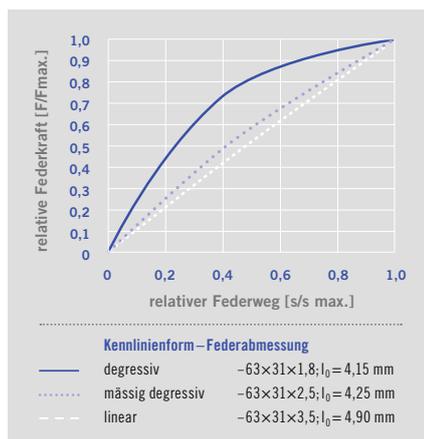
1. Je nach Federabmessung bzw. Wahl der Federanordnung geradliniger, degressiver oder progressiver Verlauf der Federkennlinie
2. Weitgehende Vergrößerung oder Verkleinerung der Federsäulenlänge durch Hinzufragen oder Wegnehmen einzelner Teller mit entsprechender Änderung der Federcharakteristik
3. Sehr günstige Raumausnutzung und grosse Federkraft bei geringem Federweg
4. Grosse Eigendämpfung, insbesondere bei Mehrfachsichtung
5. Kein Nachsetzen oder Lahmwerden bei zulässiger Beanspruchung
6. Lange Lebensdauer
7. Geringe Lagerhaltung infolge universeller Verwendungsmöglichkeit einzelner Federgrößen

Durch diese Eigenschaften hat sich die Original SCHNORR® Tellerfeder eine solche Fülle von Anwendungsbereichen erschlossen, dass es heute kaum ein Gebiet der Technik gibt, auf dem sie nicht für die verschiedensten Zwecke angewandt wird.

Wirkung von Federkräften

Die Bedeutung von Federn für die Funktionen von Maschinen und Geräten wird oftmals unterschätzt. Dabei kann jede Beeinträchtigung des Verhaltens dieser Bauelemente zu Funktionsstörungen und zum Versagen von gesamten Einrichtungen führen.

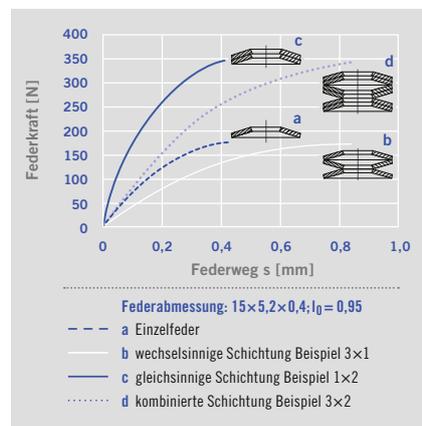
Die Einteilung der unterschiedlichen Federarten wird häufig nach Art der Beanspruchung vorgenommen. Eine Tellerfeder nimmt als scheibenförmige Biegefeder eine besondere Stellung unter den Federn ein. Durch Veränderung von geometrischen Parametern ist es möglich, die Kennlinie bei einer Einzelfeder von linear bis stark degressiv zu beeinflussen.



Ein wesentlicher Pluspunkt der Tellerfeder ist es, dass sie eine hohe Federkraft auf kleinem Federweg aufbringen kann. Deshalb wird sie sehr häufig zur Speicherung von potenzieller Energie genutzt. Neben diesem quasi statischen Einsatz wird sie aber auch häufig in dynamischen Anwendungen eingesetzt.

Bei der Anwendung von Tellerfedern unter sinusförmig schwingender Beanspruchung stehen Dauer- und Zeitfestigkeitsschaubilder zur Verfügung, um so eine sichere Auslegung zu ermöglichen. In der Regel sollte die Dimensionierung so erfolgen, dass mehr als $2 \cdot 10^6$ Lastwechsel erreicht werden. Zudem ist es bei diesem Anwendungsgebiet besonders wichtig, die Vorgaben für die Verwendung von Führungselementen und die Einstellung der Mindestvorspannkraft einzuhalten. Weicht die Beanspruchungsart von einer sinusförmigen Schwingung ab, müssen die theoretischen Kennwerte mit entsprechenden Sicherheiten belegt werden.

Aufgrund der Geometrie einer Tellerfeder können mehrere gleichartige Elemente geschichtet werden. Bei einer wechsellagernden Anordnung der Tellerfedern addieren sich bei gleichbleibender Kraft die Federwege (b). Bei gleichsinniger Anordnung addieren sich die Federkräfte bei gleichbleibendem Federweg (c). Durch die Möglichkeit des Schichtens besteht die Möglichkeit unterschiedlichste Kennlinien zu realisieren (d).



Werden Tellerfedern unterschiedlicher Dicke in geeigneter Weise angeordnet, können sogar progressive Kennlinien realisiert werden. Hierzu werden entweder mehrere Tellerfedern unterschiedlicher Materialstärke oder gleiche Tellerfedern mit verschiedenen starken Zwischenringen oder unterschiedlichen Schichtungsarten verwendet. Durch diese Flexibilität in der Kennliniengestaltung ist die Tellerfeder in einem sehr breiten Spektrum einsetzbar.

Sollten die in diesem Katalog abgedruckten Tellerfedern – nach DIN 2093-Standard gefertigt – Ihre Anforderungen nicht erfüllen, nehmen Sie direkt mit uns Kontakt auf.

Unser technisches Beratungsteam steht Ihnen kompetent zur Seite und entwirft gerne die passende Tellerfeder nach Ihren Vorgaben. Je früher wir in den Entwicklungsprozess einbezogen werden, desto besser können wir Sie mit unserem Know-how und unserer Erfahrung unterstützen.

Worauf sollte man bei der Auswahl der Tellerfeder achten?

Eine falsche Auswahl kann leicht zu hohen Folgekosten, wie Imageverlust für das eigene Produkt oder Austauschkosten, führen. Im Vergleich dazu ist die Investition in eine höherwertige Tellerfeder geringer. Wir möchten Ihnen für die wichtigsten Auswahlkriterien einen kurzen Überblick geben.

1. Entspricht die Fertigungsausführung den Qualitätsanforderungen? Benötigen Sie eine gedrehte, eine feingeschnittene oder eine fertig gestanzte Ausführung? Man sollte darauf achten, eine den Anforderungen entsprechende Qualität einzusetzen. Wir beraten Sie gerne bei der richtigen Auswahl.

2. Ist die Tellerfeder gesetzt? Einige Anbieter im Niedrigpreissegment versuchen diesen Arbeitsschritt zu sparen. Als Konsequenz setzt sich die Tellerfeder nach der ersten Belastung.

3. Wurde ein geeignetes Material gewählt? Bei hohen Temperaturen oder korrosiver Umgebung ist auf die Wahl eines hochwertigen Materials zu achten (siehe Seiten 8 ff).

4. Wurde eine geeignete Oberfläche als Korrosionsschutz gewählt? Tellerfedern aus Standardstählen können durch geeignete Oberflächenbehandlungen gegen Korrosionsangriffe geschützt werden.

Sollte eine individuelle Beratung und Auslegung vorgenommen werden? Unser technisches Beratungsteam und die Spezialisten der Firma SCHNORR® stehen Ihnen kompetent zur Seite. Gerne unterstützen wir Sie mit unserer Erfahrung und unserem Know-how.

Toleranzen von Tellerfedern nach DIN 2093

Nach der Norm DIN 2093 werden, abhängig von der Dicke, drei Fertigungsgruppen unterschieden:

Gruppe 1: $t < 1,25$ mm

Gruppe 2: $t = 1,25$ mm bis 6 mm

Gruppe 3: $t > 6$ mm bis 16 mm

Wir fertigen diese drei Gruppen wie folgt:

Gruppe 1: kaltgeformt

Gruppe 2: kaltgeformt, D_e und D_i gedreht

Gruppe 3: kalt- oder warmgeformt, allseits gedreht

Die Tellerfedern nach Gruppe 3 erhalten angedrehte Auflageflächen und reduzierte Tellerdicken. Die reduzierte Tellerdicke t' ist ebenfalls in den nachfolgenden Tabellen angegeben.

t' muss bei Parallelschichtung zur Ermittlung der Säulenlänge berücksichtigt werden. Die Federkraft gilt für Tellerfedern aus Federstahl.

Durchmessertoleranzen

Nennmass		zulässige Abweichungen				
D_e bzw. D_i		D_e		D_i		Koaxialität
über mm	bis mm	max. mm	min. mm	max. mm	min. mm	max. mm
3	6	0	-0,12	+0,12	0	0,15
6	10	0	-0,15	+0,15	0	0,18
10	18	0	-0,18	+0,18	0	0,22
18	30	0	-0,21	+0,21	0	0,26
30	50	0	-0,25	+0,25	0	0,32
50	80	0	-0,30	+0,30	0	0,60
80	120	0	-0,35	+0,35	0	0,70
120	180	0	-0,40	+0,40	0	0,80
180	250	0	-0,46	+0,46	0	0,92

Toleranzen für Aussen- und Innendurchmesser und Koaxialität bei Federn nach DIN 2093.

Dickentoleranzen

Nennmass Federdicke t bzw. t'		zulässige Abweichungen t bzw. t'	
über mm	bis mm	max. mm	min. mm
0,20	0,60	+0,02	-0,06
0,60	1,25	+0,03	-0,09
1,25	3,80	+0,04	-0,12
3,80	6,00	+0,05	-0,15
6,00	16,00	+0,10	-0,10

Toleranzen für die Federdicke bei Federn nach DIN 2093

Bauhöhentoleranzen

Nennmass Federdicke t bzw. t'		zulässige Abweichungen l_0	
über mm	bis mm	max. mm	min. mm
0,20	1,25	+25,00	-7,50
1,25	3,00	+15,00	-7,50
3,00	6,00	+10,00	-5,00
6,00	16,00	+5,00	-5,00

Toleranzen für die Bauhöhe bei Federn nach DIN 2093

Krafttoleranzen

Nennmass Federdicke t bzw. t'		zulässige Abweichungen F^*	
über mm	bis mm	max. %	min. %
0,20	1,25	+25,00	-7,5
1,25	3,00	+15,00	-7,5
3,00	6,00	+10,00	-5,0
6,00	16,00	+5,00	-5,0
6,00	16,00	+0,10	-0,10

Toleranzen für die Federkraft bei Federn nach DIN 2093

* F bei Prüflänge $l_p = l_0 - 0,75 \cdot h_0$

Bemerkungen zur Tabelle Tellerfedern

In den nachfolgenden Tabellen sind die genormten Tellerfedern nach DIN 2093 sowie die Federgrößen der SCHNORR® Werksnorm aufgeführt. Die Größen nach DIN 2093 sind mit fetter Schrift besonders hervorgehoben. Das vorgesetzte A, B oder C zeigt die Zugehörigkeit zu der entsprechenden Reihe. Alle aufgeführten Federgrößen sind ab Lager erhältlich.

Die Kennlinien für die Kraft der einzelnen Federgrößen lassen sich mit Hilfe der drei angegebenen Punkte bei

$$s = 0,25 h_0, s = 0,50 h_0, s = 0,75 h_0$$

aufzeichnen. Ab $s > 0,75 h_0$ steigt der Kennlinienverlauf progressiv an. Entgegen der Rechnung (die Tabelle enthält errechnete Werte) steigt der tatsächliche Kennlinienverlauf ab $s \approx 0,75 h_0$ progressiv an.

Die Tellerfedern nach Gruppe 3 erhalten angedrehte Auflageflächen und reduzierte Tellerdicken. Die durch die Auflageflächen erhöhte Kraft der Feder wird mittels der reduzierten Tellerdicke t' ausgeglichen.

Die Tellerdicke t' entspricht der effektiven Dicke der Feder und muss bei Parallelschichtung zur Ermittlung der Säulenlänge berücksichtigt werden. Die Federkraft gilt für Tellerfedern aus Federstahl.

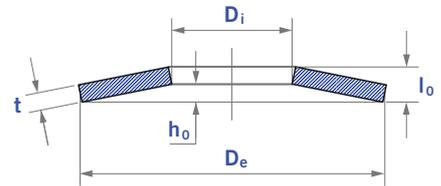
Bezeichnung einer Tellerfeder

z.B. $D_e = 40$ mm, $D_i = 20,4$ mm, $t = 1,5$ mm:

Tellerfeder 40 x 20,4 x 1,5

Bei Federn nach DIN 2093:

DIN 2093-B 40



Statische Belastung

Die in der Tabelle aufgeführten Federn sind so ausgelegt, dass sie bei statischer Belastung ohne Schaden flachgedrückt werden können. Dabei ist zu beachten, dass die Federkraft ab $s \approx 0,75 h_0$ progressiv ansteigt. Die angegebenen Federkräfte sind errechnete Werte für Federstahl.

Schwingende Belastung

Soll bei schwingend belasteten Federn Dauerfestigkeit – d.h. eine Lebensdauer von mindestens 2 Millionen Lastwechseln – erreicht werden, gelten die folgenden Richtwerte für die zulässigen Federwege:

Vorspannfederweg 15 %

= Gesamtfederweg 45 % bis 51 %

Vorspannfederweg 25 %

= Gesamtfederweg 50 % bis 56 %

Vorspannfederweg 50 %

= Gesamtfederweg 63 % bis 68 %

Die Angaben in Prozent beziehen sich auf den Federweg bei plattgedrückter Feder $s = h_0$. Der Vorspannfederweg soll mindestens 15 % und der Gesamtfederweg (Vorspannweg + Arbeitsweg) nicht mehr als 75 % betragen.

Die größeren Werte des Gesamtfederweges gelten für kleine Federn bis 1 mm Dicke. Die kleineren Werte gelten für grosse Federn ab 4 mm Dicke. Für Dicken zwischen 1 mm und 4 mm können Zwischenwerte abgeschätzt werden. Ist eine Lebensdauer bis zu 100'000 Lastwechseln ausreichend, so kann der Gesamtfederweg bei kleinen Federn um 12 % und bei grossen Federn um 6 % vergrößert werden. Auch hier können Zwischenwerte abgeschätzt werden.

Diese Richtwerte gelten für Federsäulen mit bis zu 6 wechsellagernden aneinandergereihten Tellerfedern. Bei längeren Federsäulen Mehrfachschichtung und sonstigen ungünstigen Einflüssen sind zusätzliche Sicherheiten notwendig.

Les avantages des rondelles ressorts SCHNORR®

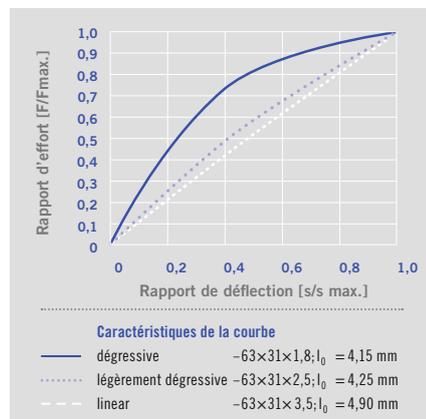
1. Possibilité de choisir des courbes en fonction des spécificités techniques requises.
2. Possibilité d'allongement ou de raccourcissement des empilages en ajoutant ou retirant des rondelles entraînant des changements de caractéristiques.
3. Réduction importante d'encombrement par rapport à un ressort traditionnel.
4. Valeur d'amortissement importante, en particulier dans les empilages de rondelles en parallèle, donnant une grande absorption des chocs et une forte dissipation d'énergie.
5. Pas de déformation et d'écroutissage sous contraintes normales.
6. Longue durée de vie.
7. Nombreuses possibilités d'utilisation offertes par une même rondelle.

Grâce à ses propriétés, la rondelle ressort SCHNORR® est montée dans les applications les plus variées et il n'existe pratiquement pas de domaine technique dans lequel elle ne trouve son utilisation.

Rôle de l'effort sur une rondelle

L'importance des rondelles dans les appareillages est souvent sous estimée. En même temps, l'impact de ces composants peut entraîner un dérèglement et une réinstallation complète.

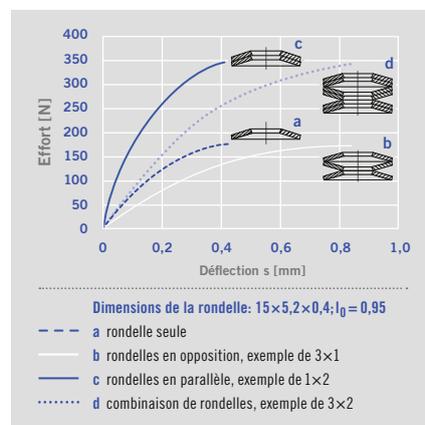
La classification des différents types de rondelles s'effectue suivant son type d'effort. En modifiant les paramètres géométriques, il est possible d'influencer sur les caractéristiques de la courbe d'une rondelle: une courbe linéaire peut devenir légèrement dégressive.



Un avantage majeur de cette rondelle est qu'elle peut atteindre un effort important pour une faible course. C'est pourquoi, cette rondelle est utilisée pour emmagasiner de l'énergie. Sinon, en dehors de cette application statique, elle est le plus souvent utilisée en application dynamique.

Lorsque la rondelle ressort est soumise à une série d'oscillations, des diagrammes indiquant le cycle de fatigue sont disponibles afin de permettre une conception sûre. En général, les dimensions des rondelles sont données afin d'obtenir un nombre des cycles supérieur à 2×10^6 . C'est pourquoi, il est très important dans certains domaines d'applications d'utiliser des éléments de guidage ainsi qu'en appliquant une force de précontrainte minimale. Si le type de charge dévie d'une oscillation sinusoïdale, alors les valeurs caractéristiques théoriques doivent être modifiées.

A cause de la forme géométrique de la rondelle ressort, plusieurs éléments de même type peuvent se poser. Dans le cas où les rondelles sont disposées en opposition, alors la déflexion s'additionne en conservant un même effort (b). En cas de combinaison des rondelles en parallèle, alors les efforts sont ajoutés pour une même déflexion (c). Aussi, une combinaison des 2 cas précédents est possible, cela donne la courbe (d).



Lorsque des rondelles de différentes épaisseurs sont combinées, on obtient une courbe progressive. Pour cela, soit on utilise des rondelles ressorts d'une épaisseur de matière différente ou soit des rondelles identiques avec une entretoise ou soit une disposition différentes des rondelles.

Vu la souplesse pour obtenir une courbe, les rondelles ressorts peuvent être utilisées dans une gamme d'applications très variée.

Dans le cas où les rondelles décrites dans ce catalogue et fabriquées selon la DIN 2093 ne répondent pas à vos spécifications, n'hésitez pas à nous contacter.

L'équipe technique se fera un plaisir de vous assister afin de répondre à vos spécifications.

Plus nous serons impliqués tôt dans vos projets, plus nous pourrons vous soutenir grâce à notre savoir-faire et notre expérience.

Que devons nous regarder lorsque nous sélectionnons des rondelles?

Un mauvais choix peut facilement mener à des coûts importants, tels qu'une mauvaise image de marque ou des coûts de remplacement importants. Par conséquent, l'investissement dans une rondelle ressort de haute qualité est négligeable. Ci dessous, nous voulons vous énumérer les critères de sélection les plus importants.

1. La version fabriquée est-elle conforme aux conditions de qualité? Avez-vous besoin d'un usinage au tour, d'un découpage fin ou d'un poinçonnage? On devrait prêter attention à employer une qualité qui est conforme aux conditions. Nous serions heureux de vous conseiller sur le bon choix.

2. Comment sont mis à plat nos rondelles ressorts? certains fournisseurs de rondelles de bas de gamme suppriment cette étape de travail, cela a pour conséquence que, dès la mise sous charge, il y aura des déviations.

3. A-t-on choisi le bon matériau? En cas de hautes températures ou d'environnement corrosif, il est nécessaire d'avoir un matériau de haute qualité (voir pages 9 et suivants).

4. A-t-on choisi la meilleure protection de surface? Les rondelles ressorts en acier standard peuvent être protégé contre la corrosion par un traitement de surface.



Tolérances des rondelles ressorts selon la DIN 2093

D'après la norme DIN 2093, nous classons les rondelles dans 3 groupes de fabrication en fonction de leur épaisseur:

Groupe 1: $t < 1,25$ mm

Groupe 2: $t = 1,25$ mm à 6 mm

Groupe 3: $t > 6$ mm à 16 mm

Nous usinons ces trois groupes selon les procédés suivants:

Groupe 1: embouti à froid

Groupe 2: embouti à froid, D_e et D_i usiné

Groupe 3: embouti à froid ou à chaud, rondelles usinées sur toutes les faces

Les rondelles du groupe 3 ont des facettes d'appui et une épaisseur réduite. Celle-ci t'est également mentionnée dans les tableaux de la page suivante. En cas d'empilage de rondelles en parallèle, t' doit être pris en compte dans la détermination de la hauteur d'empilage.

Les efforts sont valables pour les rondelles en acier à ressort.

Tolérances sur les diamètres

Diamètre nominal D_e ou D_i	Tolérances					
	D_e	D_i	Concentricité			
$>$ mm	\leq mm	max. mm	min. mm	max. mm	min. mm	max. mm
3	6	0	-0,12	+0,12	0	0,15
6	10	0	-0,15	+0,15	0	0,18
10	18	0	-0,18	+0,18	0	0,22
18	30	0	-0,21	+0,21	0	0,26
30	50	0	-0,25	+0,25	0	0,32
50	80	0	-0,30	+0,30	0	0,60
80	120	0	-0,35	+0,35	0	0,70
120	180	0	-0,40	+0,40	0	0,80
180	250	0	-0,46	+0,46	0	0,92

Tolérances pour le diamètre intérieur et extérieur ainsi que la concentricité des rondelles selon la DIN 2093

Tolérances sur les épaisseurs

Epaisseur des rondelles t ou t'		Tolérances t ou t'	
$>$ mm	\leq mm	max. mm	min. mm
0,20	1,25	+0,02	-0,06
0,60	3,00	+0,03	-0,09
1,25	6,00	+0,04	-0,12
3,80	16,00	+0,05	-0,15
6,00	16,00	+0,10	-0,10

Tolérances pour l'épaisseur des rondelles selon la DIN 2093

Tolérances sur les hauteurs

Epaisseur des rondelles t ou t'		Tolérances l_0	
$>$ mm	\leq mm	max. mm	min. mm
0,20	1,25	+25,00	-7,50
1,25	3,00	+15,00	-7,50
3,00	6,00	+10,00	-5,00
6,00	16,00	+5,00	-5,00

Tolérances sur la hauteur des rondelles selon la DIN 2093

Tolérances sur les efforts

Epaisseur des rondelles t ou t'		Tolérances F^*	
$>$ mm	\leq mm	max. %	min. %
0,20	1,25	+25	-7,5
1,25	3,00	+15	-7,5
3,00	6,00	+10	-5,0
6,00	16,00	+5	-5,0
6,00	16,00	+0,10	-0,10

Tolérances sur l'effort des rondelles selon la DIN 2093

*F suivant le test de longueur $l_p = l_0 - 0,75 \cdot h_0$

Note sur le tableau dimensionnel des rondelles ressorts

Les rondelles normalisées selon la DIN 2093 ainsi que les rondelles aux normes SCHNORR figurent dans le tableau suivant. Les dimensions correspondant à la DIN 2093 apparaissent en caractère gras. La lettre A, B ou C placée devant indique à quelle série appartient la rondelle. Toutes les rondelles mentionnées dans ces tableaux sont généralement tenues en stock. Les caractéristiques de l'effort et de la contrainte sont facilement tracées à l'aide des trois points donnés

$$s = 0,25 h_0, s = 0,50 h_0, s = 0,75 h_0$$

A partir de $s > 0,75 h_0$, la courbe caractéristique augmentent progressivement. Contrairement au calcul (le tableau contient des valeurs théoriques), les réelles caractéristiques à partir de $s \approx 0,75 h_0$ augmentent progressivement.

Les rondelles ressorts du groupe 3 possèdent des surfaces d'appui, ce qui réduit l'épaisseur de la rondelle. Comme l'effort de la rondelle augmente grâce aux surfaces d'appui, il est alors utile de compenser en réduisant l'épaisseur.

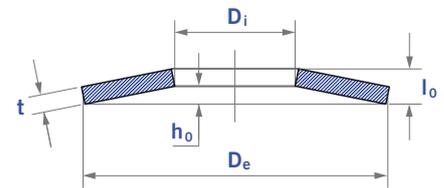
L'épaisseur t' correspond à l'épaisseur effective de la rondelle. En cas d'empilage de rondelles en parallèle, t' doit être pris en compte dans la détermination de la hauteur d'empilage. Les efforts sont valables pour les rondelles en acier à ressort.

Désignation d'une rondelle ressort

p.ex. $D_e = 40$ mm, $D_i = 20,4$ mm, $t = 1,5$ mm:

Rondelle ressort 40 x 20,4 x 1,5

Pour les rondelles conformes à DIN 2093: **DIN 2093-B 40**



Charge statique

Les rondelles mentionnées dans les tableaux sont conçues de telle sorte que, sous charge statique, elles peuvent être aplaties totalement sans déformation permanente. Il est à noter que l'effort augmente de façon progressive à partir de $s \approx 0,75 h_0$. Les efforts indiqués sont des valeurs obtenues pour l'acier à ressort.

Charge dynamique

Si les rondelles soumises à un travail dynamique nécessitent une durée de vie d'au moins 2 millions de cycles, les valeurs suivantes peuvent être utilisées:

Flèche sous précharge 15 %

= Flèche maximum 45 % à 51 %

Flèche sous précharge 25 %

= Flèche maximum 50 % à 56 %

Flèche sous précharge 50 %

= Flèche maximum 63 % à 68 %

Les valeurs sont données en % de la flèche totale à l'aplatissement soit $s = h_0$.

La flèche sous précharge devrait être d'au moins 15 % et la flèche totale (précharge + travail) de 75 % maximum.

Les valeurs plus élevées de la course intégrale du ressort s'appliquent aux petits ressorts d'une épaisseur maximale de 1 mm. Les valeurs plus faibles s'appliquent aux grands ressorts à partir d'une épaisseur de 4 mm. Pour les épaisseurs situées entre 1 mm et 4 mm, des valeurs intermédiaires peuvent être estimées. Si une durée de vie de jusqu'à 100 000 cycles de charge est suffisante, la course intégrale du ressort peut être augmentée de 12 % pour les petits ressorts et de 6 % pour les grands ressorts. Ici également, il est possible d'estimer des valeurs intermédiaires.

Ces valeurs de référence s'appliquent aux colonnes de ressort avec jusqu'à 6 rondelles ressorts empilées en sens contraire les unes sur les autres. Dans le cas de colonnes de ressort plus longues, d'un empilage ou d'autres influences défavorables, des dispositions de sécurité supplémentaires sont requises.

Werkstoffe für Tellerfedern werden hauptsächlich in folgenden Lieferformen verarbeitet:

- Kaltband nach DIN EN 10 140
- Warmband nach DIN EN 10 048
- Blech nach DIN EN 10 029
- Schmiedestücke nach DIN 7521 und 7526

Standardwerkstoffe

C60S (1.1211): Bei diesem Federstahl handelt es sich um Qualitätsstahl nach DIN EN 10 132-4. Wir verwenden ihn ausschliesslich für unsere Original SCHNORR® Sicherungsscheiben und Spanscheiben DIN 6796, da diese Teile nur statisch belastet werden.

C67S (1.1231) und **C75S** (1.1248): Diese Edelstähle nach DIN EN 10 132-4 werden als Kaltband für Tellerfedern der Gruppe 1 verwendet. Für niedrig beanspruchte Federn, wie sie z.B. bei der Reihe «K» zum Spielausgleich bei Kugellagern vorliegen, können sie auch in federhartem Zustand verarbeitet werden.

51CrV4 (1.8159): Dies ist ein Chrom-Vanadium-legierter Edelstahl, der in Bezug auf Qualität und Legierungszusammensetzung höchsten Ansprüchen gerecht wird.

Er wird in kaltgewalzter (DIN EN 10 132-4), warmgewalzter und geschmiedeter Form (DIN 17 221) zu Tellerfedern verarbeitet. Auch bei

sehr dicken Querschnitten gewährleistet er eine gute Durchhärbarkeit und wird deshalb für Tellerfedern bis 50 mm Dicke und darüber verwendet. Die Relaxation ist geringer als bei unlegierten Stählen, dies ermöglicht seinen Einsatz bei Temperaturen bis 250 °C (bei entsprechend reduzierter Beanspruchung).

Kurzname Designation	AISI ASTM	W-Nr. N° W	Norm Norme	Chemische Zusammensetzung in Gewichtsprozenten Elements essentiel de l'alliage en pourcents							
				C	Si	Mn	P max.	S max.	Cr	V	Mo
Stähle für normale Beanspruchung Aciers pour charges normales											
Standardwerkstoffe/Aciers standards											
C60S	1060	1.1211	DIN EN 10 132-4	0,57...0,65	0,15...0,35	0,60...0,90	0,025	0,025	max. 0,40	–	max. 0,10
C67S	1070	1.1231	DIN EN 10 132-4	0,65...0,73	0,15...0,35	0,60...0,90	0,025	0,025	max. 0,40	–	max. 0,10
C75S	1078	1.1248	DIN EN 10 132-4	0,70...0,80	0,15...0,35	0,60...0,90	0,025	0,025	max. 0,40	–	max. 0,10
51CrV 4	6150	1.8159	DIN EN 10 132-4	0,47...0,55	max. 0,40	0,70...1,10	0,025	0,025	0,90...1,20	0,10...0,25	max. 0,10
			DIN 17 221	0,47...0,55	0,15...0,40	0,70...1,10	0,030	0,030	0,90...1,20	0,10...0,20	–
Sonderwerkstoffe für besondere Beanspruchung / Matériaux spéciaux pour contraintes particulières											
Korrosionsbeständige Stähle/Aciers résistants à la corrosion											
X10CrNi18-8	301	1.4310	DIN EN 10 151	0,05...0,15	max. 2,0	max. 2,0	0,045	0,015	16,0...19,0	–	max. 0,8
X7CrNiAl17-7	631	1.4568	DIN EN 10 151	max. 0,09	max. 0,7	max. 1,0	0,040	0,015	16,0...18,0	–	–
X5CrNiMo17-12-2	316	1.4401	DIN EN 10 151	max. 0,07	max. 1,0	max. 2,0	0,045	0,015	16,5...18,5	–	2,0...2,5
X5CrNi18-10	304	1.4301	DIN EN 10 151	max. 0,07	max. 1,0	max. 2,0	0,045	0,015	17,0...19,5	–	–
Warmfeste Stähle/Aciers pour températures élevées											
X22CrMoV12-1	–	1.4923	DIN EN 10 269	0,18...0,24	max. 0,5	0,40...0,90	0,025	0,015	11,0...12,5	0,25...0,35	0,80...1,20
X39CrMo17-1	–	1.4122	DIN EN 10 088-2	0,33...0,45	max. 1,0	max. 1,5	0,040	0,03	15,5...17,5	–	0,80...1,30
Kupferlegierungen/Alliages de cuivre											
CuSn8	–	2.1030	DIN EN 1654	7,5...8,5	0,01...0,4	–	–	Rest			
CuBe2	–	2.1247	DIN EN 1654	–	–	1,8...2,1	max. 0,3	Rest			
Nickel- und Kobaltlegierungen/Alliages au nickel et cobalt											
NiCr20Co18Ti	HEV6	2.4632 2.4969		Rest	18,0...21,0	15,0...21,0	2,0...3,0	1,0...2,0	0,13 max.	1,0 max.	1,0 max.
(Nimonic 90)	5829C (AMS)										
NiCr15Fe7TiAl	688	2.4669		70,0 min.	14,0...17,0	1,0 max.	2,25...2,75	0,40...1,00	0,08 max.	0,50 max.	1,0 max.
(Inconel X 750)	5542L (AMS)										
NiCr19NbMo	5596J (AMS)	2.4668		50,0...55,0	17,0...21,0	1,0 max.	0,70...1,15	0,3...0,7	0,02...0,08	0,35 max.	0,35 max.
(Inconel 718)											
Duratherm 600	–	–		Rest	12,0	40...41	1,8...2,2	–	–	–	8,7
Nickel- und Kobaltlegierungen/Alliages au nickel et cobalt											
NiCr20Co18Ti	HEV6	2.4632 2.4969		0,015 max.	0,03 max.	0,02 max.	–	–	–		
(Nimonic 90)	5829C (AMS)										
NiCr15Fe7TiAl	688	2.4669		0,015 max.	0,020 max.	–	0,7...1,2	–	–		
(Inconel X 750)	5542L (AMS)										
NiCr19NbMo	5596J (AMS)	2.4668		0,015 max.	0,015 max.	0,006 max.	4,8...5,5	2,8...3,3	–		
(Inconel 718)											
Duratherm 600	–	–		–	–	–	–	4	3,9		

Les matériaux pour rondelles ressorts sont livrés sous les formes suivantes:

- feuillard laminé à froid selon DIN EN 10 140
- feuillard laminé à chaud selon DIN EN 10 048
- tôle selon DIN EN 10 029
- platines forgées selon DIN 7521 et 7526

Aciers pour charges normales

• **C60S** (1.1211): il s'agit d'un acier de qualité conformes à DIN EN 10 132-4. Nous les utilisons exclusivement pour nos rondelles de

sécurité et de blocage DIN 6796 car celles-ci ne sont soumises qu'à des charges statiques.

C67S (1.1231) et **C75S** (1.1248): ces aciers fins conformes à DIN EN 10 132-4 sont utilisés laminés à froid pour les rondelles du groupe 1. Ils permettent de fabriquer des rondelles ressorts (en particulier ceux destinés au rattrapage de jeu dans les roulements à billes) dans la mesure où les contraintes sont faibles.

51CrV4 (1.8159): il s'agit d'un alliage de chromevanadium répondant aux plus grandes exigences de qualité. Il est livrable laminé à froid (DIN EN 10 132-4), laminé à chaud ou sous forme de platines forgées (DIN 17 221). Il permet une bonne trempe même pour les très fortes épaisseurs et est donc employé pour des rondelles ayant jusqu'à 50 mm et plus d'épaisseur. La relaxation est plus faible que celle des aciers faiblement alliés ce qui permet son emploi à des températures allant jusqu'à 250 °C (avec des contraintes réduites proportionnellement).

		Physikalische und mechanische Eigenschaften/Propriétés physiques et mécaniques												
Ni	N	Dichte Densité Kg/dm ³	E-Modul in kN/mm ² Module E en kN/mm ²								Einsatz- temperatur °C Température d'utilisation °C	Zugfestigkeit Résistance à la traction N/mm ²	Dickbereich Épaisseur mm	Beschaffung Approvisi- onnement
			bei RT à RT	100 °C	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	600 °C					
Standardwerkstoffe/Aciers standards														
max. 0,40	–	7,85	206	202	–	–	–	–	–	–	–20...+100	1150–1750	0,2...7,0	leicht/facile
max. 0,40	–	7,85	206	202	–	–	–	–	–	–20...+100	1200–1800	0,1...2,5	leicht/facile	
max. 0,40	–	7,85	206	202	–	–	–	–	–	–20...+100	1200–1800	0,1...1,5	leicht/facile	
max. 0,40	–	7,85	206	202	196	–	–	–	–	–50...+200	1200–1800	0,3...80	leicht/facile	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Sonderwerkstoffe für besondere Beanspruchung/Matériaux spéciaux pour contraintes particulières														
Korrosionsbeständige Stähle/Aciers résistants à la corrosion														
6,0...9,5	–	7,90	190	186	180	–	–	–	–	–200...+200	1150–1500	0,2...2,5	leicht/facile	
6,5...7,8	–	7,90	195	190	180	171	–	–	–	–200...+300	1150–1700	0,2...4,0	mittel/assez diff.	
10,0...13,0	max. 0,11	7,95	180	176	171	–	–	–	–	–200...+200	1000–1500	0,2...1,6	schwierig/difficile	
8,0...10,5	max. 0,11	7,90	185	179	171	–	–	–	–	–200...+200	1000–1500	0,2...1,6	mittel/assez diff.	
Warmfeste Stähle/Aciers pour températures élevées														
0,30...0,80		7,70	216	209	200	190	179	167	–	–50...+500	1200–1400	1,5...20	leicht/facile	
max. 1,0		7,70	215	212	205	200	190	–	–	–50...+400	1200–1400	0,3...6,0	leicht/facile	
Kupferlegierungen/Alliages de cuivre														
			Sn	P	Be	Ni+Co	Cu							
			8,30	115	110	–	–	–	–	–50...+100	590–690	0,1...6,0	leicht/facile	
			8,30	135	131	125	–	–	–	–260...+200	1270–1450	0,1...2,5	leicht/facile	
Fe	Cu	Zr												
1,5 max.	0,2 max.	0,15 max.	8,18	220	216	208	202	193	187	178	–200...+700	≥1100	to 6,35	schwierig/difficile
5,0...0,9	0,5 max.	–	8,28	214	207	198	190	179	170	158	–200...+600	≥1170	to 6,35	schwierig/difficile
Rest	0,2 max.	–	8,19	199	195	190	185	179	174	167	–200...+600	≥1240	to 6,35	schwierig/difficile

Die Angaben über den E-Modul und die Zugfestigkeit sind als Richtwerte zu betrachten. Die Bereiche für Einsatztemperatur und Dicke können nur als Anhaltswerte dienen. Bei warmfesten Stählen weichen Wärmebehandlung und Härte von den Angaben in den genannten Normen ab.

Les valeurs données pour le module E et la résistance à la traction doivent être considérées comme des valeurs de référence. Les valeurs données pour la température et l'épaisseur ne sont qu'à titre indicatif. Pour des rondelles ressorts en aciers résistants à la chaleur le traitement thermique et la dureté ne sont pas conformes aux normes susmentionnées.

Sonderwerkstoffe für besondere Beanspruchungen

Besondere Beanspruchungen wie erhöhte Korrosionsbelastung oder hohe Temperaturen können es erforderlich machen, einen Sonderwerkstoff zu verwenden. Die Zugfestigkeit dieser Werkstoffe erreicht im allgemeinen nicht die Werte der normalen Federstähle. Dies muss bei der Federauslegung berücksichtigt werden und führt in den meisten Fällen zu einer niedrigeren Bauhöhe bei sonst masslich gleichen Federabmessungen und damit zu einer niedrigeren Federkraft.

Korrosionsbeständige Federstähle

X10CrNi18-8 (1.4310)

Dieser Chrom-Nickel-legierte Stahl nach DIN EN 10151 ist der für korrosionsbeständige Federn am meisten verwendete Werkstoff. Wegen seines austenitischen Gefüges mit ferritischen Einlagerungen kann er nicht auf übliche Weise vergütet werden, sondern muss durch Kaltverformung auf die für Federn erforderliche Festigkeit gebracht werden. Dazu ist ein erheblicher Verformungsgrad notwendig. Aus diesem Grund nimmt die Festigkeit mit zunehmender Dicke ab und ist bei Dicken über 2,5 mm in der Regel für Tellerfedern nicht mehr ausreichend.

Aus X10CrNi18-8 können also nur Federn bis zu dieser Dicke gefertigt werden. Während sich dieser Stahl im weichen Zustand kaum magnetisieren lässt, wird er durch die Kaltverformung wieder mehr oder weniger magnetisierbar. Für völlig unmagnetische Federn eignet er sich daher nicht.

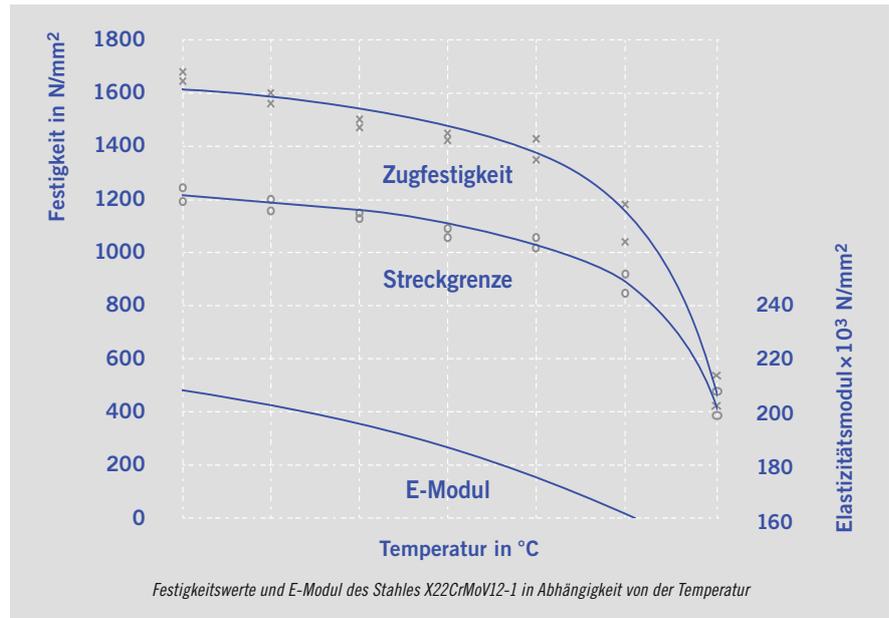
X7CrNiAl17-7 (1.4568)

Bei diesem Stahl nach DIN EN 10151 handelt es sich um einen ausscheidungshärtbaren Federstahl mit austenitisch-ferritischem Gefüge. Auch er wird im kaltverfestigten Zustand verarbeitet, kann aber anschliessend durch eine Wärmebehandlung ausgehärtet werden. Nachteilig gegenüber dem Stahl 1.4310 ist die geringere Korrosionsbeständigkeit und eine je nach Gefügestand erhebliche Empfindlichkeit gegen Spannungsrisskorrosion. Wir empfehlen ihn deshalb nur für Federn über 2,5 mm Dicke, wenn kein anderer korrosionsbeständiger Stahl zur Verfügung steht.

X5CrNiMo17-12-2 (1.4401)

Die Festigkeitswerte dieses Stahles liegen etwas niedriger als bei den beiden vorgenannten Stählen, dagegen bietet er die höchste Beständigkeit gegen Korrosion und die geringste Magnetisierbarkeit.

Obwohl ebenfalls in DIN EN 10151 (noch unter dem früheren Kurznamen X5CrNiMo18-10) enthalten, ist er nicht leicht zu beschaffen und wird deshalb nur selten verwendet.



Stähle für höhere Temperaturen

Bei der Auslegung von Federn für höhere Betriebstemperaturen müssen ausser den niedrigeren Festigkeitswerten bei Raumtemperatur auch die Warmfestigkeitswerte und der E-Modul bei der Betriebstemperatur berücksichtigt werden.

X22CrMoV12-1 (1.4923)

Dieser vergütbare Chrom-Molybdän-Vanadium-Stahl hat sich für warmfeste Tellerfedern sehr gut bewährt. Federn von 1,5 mm bis 6 mm Dicke werden aus Band bzw. Blech gefertigt, für grössere Dicken können geschmiedete Rohlinge verwendet werden. Die Abbildung oben zeigt die mechanischen Werte und den Elastizitätsmodul in Abhängigkeit von der Temperatur. Zu beachten ist, dass der Stahl trotz eines Chrom-Gehaltes von 12 % nicht korrosionsbeständig ist.

X39CrMo17-1 (1.4122)

Hier handelt es sich um einen Chrom-Molybdän-legierten martensitisch vergütbaren Stahl, der durch seinen Molybdängehalt gute Warmfestigkeitswerte und eine gegenüber reinen Chromstählen verbesserte Korrosionsbeständigkeit aufweist. Diese wird allerdings beeinträchtigt durch die Vergütung auf sehr hohe Festigkeit, die zur Erzielung ausreichender Federeigenschaften notwendig ist. Das dabei entstehende Gefüge bietet nicht die optimalen Voraussetzungen für die Korrosionsbeständigkeit.

Der Stahl weist deshalb eine nicht zu unterschätzende Empfindlichkeit gegen Spannungsrisskorrosion auf und bei gewissen Korrosionsangriffen kann ein verzögerter Sprödbruch nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden.

Kupferlegierungen

Kupferlegierungen sind absolut unmagnetisch und haben eine sehr gute elektrische

Leitfähigkeit. Ausserdem sind sie gegen viele Medien korrosionsbeständig. Diese Eigenschaften machen sie für viele Anwendungsfälle von Tellerfedern unentbehrlich.

CuSn8 (2.1030)

Zinnbronze nach DIN EN 1654 ist eine Legierung aus Kupfer und Zinn, die ihre Federeigenschaften durch Kaltverformung erhält. Die erreichbaren Festigkeitswerte liegen allerdings deutlich niedriger als bei Federstählen und der E-Festigkeitswerte und der E-Modul erreicht nur etwa 55 % des Wertes von Stahl. Dies muss bei der Federberechnung berücksichtigt werden und erlaubt die Auslegung von Tellerfedern für sehr kleine Kräfte.

CuBe2 (2.1247)

Kupfer-Beryllium ist ein hervorragender Federwerkstoff. Diese aushärtbare Legierung erreicht nach der Aushärtung Festigkeitswerte, die mit Stahl vergleichbar sind. Der E-Modul beträgt jedoch nur etwa 60 % des E-Moduls von Stahl. Hervorzuheben ist die Anwendbarkeit dieser Legierung bei extrem tiefen Temperaturen bis in die Nähe des absoluten Nullpunktes.

Nickel- und Kobaltlegierungen

Aus der grossen Zahl der Legierungen auf Nickel-Chrom- bzw. Nickel-Chrom-Kobalt-Basis haben einige auch für Tellerfedern Bedeutung erlangt.

Es handelt sich um Legierungen, die durch Zusatz von Aluminium, Titan und/oder Niob/Tantal ausscheidungshärtbar sind.

Diese Werkstoffe sind sehr zäh, d.h. sie haben eine hohe Dehnung und ein niedriges Streckgrenzenverhältnis, was sich in einem ungünstigen Setzverhalten der Tellerfedern äussert und deshalb schon bei der Federauslegung berücksichtigt werden muss. Dagegen sind die Dauerfestigkeitseigenschaften hervorragend. Bei richtiger Dimensionierung der

Tellerfedern liegt meist Dauerfestigkeit über annähernd den gesamten Federungsbereich vor.

Auf Grund ihrer Zusammensetzung weisen diese Legierungen eine hervorragende Beständigkeit gegen sehr viele Medien auf. Alle diese Legierungen sind sehr teuer und oft schwer zu beschaffen, in der Regel muss mit langen Lieferzeiten gerechnet werden. Ihre Verwendung bleibt daher meist auf solche Fälle beschränkt, wo aus technischen Gründen andere Werkstoffe nicht eingesetzt werden können.

NiCr20Co18Ti (Nimonic 90)

(2.4632)

Diese Nickel-Chrom-Kobalt-Legierung macht von der Beschaffung her am wenigsten Probleme und wird deshalb am häufigsten verwendet. Sie hat sehr gute Warmfestigkeitseigenschaften und kann bei entsprechender Dimensionierung bei Temperaturen bis zu 700°C eingesetzt werden.

NiCr15Fe7TiAl (Inconel X 750)

(2.4669) und NiCr19NbMo (Inconel 718) (2.4668): Diese Nickel-Chrom-Legierungen sind praktisch kobaltfrei und werden aus diesem Grund in der Reaktortechnik bevorzugt. Ihre Aushärtung ist aufwendig und teuer, die Anwendung beschränkt sich daher auf einige Spezialfälle. NIMONIC und INCONEL sind Markennamen des Inco-Konzerns.

DURATHERM 600

Dies ist eine aushärtbare Federlegierung auf Kobalt-Nickel-Basis mit ausgezeichneten Festigkeitseigenschaften. Bei Temperaturen von über 0°C ist der Werkstoff unmagnetisch. Er kann für sehr hohe Temperaturen (600°C und darüber) verwendet werden. Der sehr hohe Preis dieser Legierung begrenzt allerdings die Anwendung trotz der hervorragenden Eigenschaften. DURATHERM ist ein eingetragenes Warenzeichen der Vacuum-Schmelze GmbH, Hanau.

Bemerkungen zu den Tabellen

In den nachfolgenden Tabellen auf den Seiten 11 bis 15 sind die genormten Tellerfedern nach DIN 2093 sowie die Federgrößen der SCHNORR® Werksnormen aufgeführt. Die Größen nach DIN 2093 sind mit fetter Schrift besonders hervorgehoben.

Die Buchstaben A, B oder C zeigen die Zugehörigkeit zu der entsprechenden Reihe. Alle aufgeführten Federgrößen nach DIN 2093 und nach SCHNORR® Werksnorm werden normalerweise am Lager gehalten. Der Fettdruck weist also nicht auf eine bessere Liefermöglichkeit hin.

Matériaux spéciaux pour contraintes particulières

Des contraintes particulières telles qu'une corrosion élevée ou de hautes températures peuvent rendre l'utilisation d'un matériau spécial nécessaire. La résistance à la traction de ces matériaux n'atteint en général pas les valeurs des aciers à ressort normaux. Il doit en être tenu compte lors de la conception de la rondelle ressort, ce qui conduit la plupart du temps à une hauteur de montage plus réduite pour des ressorts qui sont sinon de mêmes dimensions et en conséquence à un effet de ressort plus réduit.

Aciers à ressort résistants à la corrosion

X10CrNi18-8 (1.4310)

Cet acier allié au chromenickel conforme à DIN EN 10151 est le plus utilisé pour les rondelles résistant à la corrosion. En raison de sa structure austénitique/ferritique, Il ne peut qu'être laminé à froid pour parvenir à la résistance nécessaire de la rondelle. De ce fait, la résistance diminue à mesure que l'épaisseur de la tôle croît, et n'est plus suffisante pour les épaisseurs de rondelles supérieures à 3,0 mm. Cet acier n'est donc utilisé que pour les rondelles inférieures à cette épaisseur. Il est surtout magnétisable à froid et n'est donc pas approprié pour les rondelles totalement amagnétiques.

X7CrNiAl17-7 (1.4568)

Cet acier trempant selon DIN EN 10151 a une structure austénitique/ferritique. Il est également usiné à froid mais peut être trempé à chaud consécutivement. Ses inconvénients par rapport à l'acier 1.4310 sont sa moins bonne résistance à la corrosion et sa sensibilité aux criques dues à la corrosion sous tension. C'est pourquoi nous le recommandons pour les rondelles de plus de 3,0 mm d'épaisseur, en l'absence de tout autre acier résistant à la corrosion.

X5CrNiMo17-12-2 (1.4401)

La résistance de cet acier est un peu plus faible que celle des deux aciers susmentionnés. Par contre, il présente une plus grande résistance contre la corrosion et la magnétisation la plus faible. Bien qu'il soit compris dans DIN EN 10151, son approvisionnement est difficile, il est donc rarement utilisé.

Aciers pour températures élevées

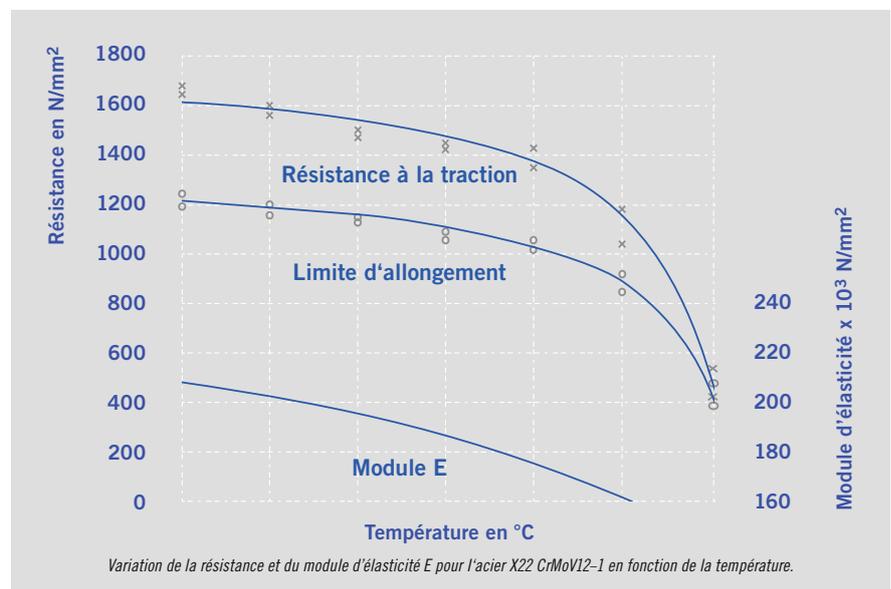
Pour les rondelles ressorts adaptées aux températures de service élevées, il ne suffit pas de prendre en compte la résistance à la chaleur et le module d'élasticité, mais il faut également tenir compte des valeurs de résistance qui sont déjà plus basses que celles des aciers normaux à température ambiante.

X22CrMoV12-1 (1.4923)

Cet acier amélioré au chrome-molybdène-vanadium est particulièrement adapté aux rondelles travaillant à haute température. Les rondelles de 1,5 mm à 6 mm d'épaisseur sont fabriquées à partir de feuillards ou de tôle, pour les épaisseurs supérieures, on peut employer des platines forgées. La figure représente les valeurs mécaniques ainsi que le module d'élasticité en fonction de la température. Il faut savoir que cet acier, malgré sa teneur en chrome de 12 %, n'est pas résistant à la corrosion.

X39CrMo17-1 (1.4122)

Il s'agit ici d'un acier fortement allié au chromemolybdène qui, grâce à sa teneur en molybdène, est résistant aux températures élevées et à la corrosion. Cet acier doit cependant être amélioré en résistance pour atteindre les propriétés demandées aux rondelles et il existe donc un danger de criques par corrosion sous contraintes. Dans certains cas de corrosion, on ne peut exclure une fragilisation par hydrogénisation.



Alliages de cuivre

Les alliages de cuivre sont totalement amagnétiques et ont une bonne conductibilité électrique. De plus, ils sont résistants à la corrosion entraînée par de nombreux fluides. Ces propriétés en font des matériaux indispensables dans la fabrication des rondelles.

CuSn8 (2.1030)

Un alliage de cuivre et d'étain conforme à DIN EN 1654, dont les caractéristiques mécaniques sont obtenues par déformation à froid. Les limites élastiques de ce matériau sont bien inférieures à celles des aciers à ressort et la valeur du module E n'atteint que 55 % de celle de l'acier. Ceci est très important dans le calcul des rondelles et permet de fabriquer des rondelles adaptées à de très faibles forces.

CuBe2 (2.1247)

Le bronze au beryllium est un excellent matériau pour ressort. Il s'agit d'un alliage trempant, qui après trempe, atteint des valeurs de résistance à la traction comparables à celles de l'acier. Le module E n'atteint cependant que 60 % de la valeur de celui de l'acier. Ce qui distingue cet alliage est qu'il peut être utilisé à des températures très basses.

Alliages au nickel et cobalt

Parmi le grand nombre d'alliages à base de nickel-chrome ou de nickel-chrome-cobalt, certains ont réussi à s'imposer dans le domaine de la rondelle ressort. Ce sont des alliages trempants auxquels on a ajouté de l'aluminium, du titane et/ou du niobium/tantale.

Ces matériaux sont très durs, c'est-à-dire qu'ils sont caractérisés par une limite d'allongement très basse, ce qui leur confère une mauvaise tenue à l'affaissement, facteur à considérer au moment de l'étude de la rondelle. Par contre, leur longévité est excellente. Un bon dimensionnement des rondelles permet une durée de vie acceptable pour un aplatissement presque total.

En raison de leur composition, ces alliages sont très résistants contre de nombreux fluides ou milieux. Ils sont néanmoins très chers et difficiles à se procurer. En outre, les délais de livraison sont très longs, leur utilisation se limite donc aux cas dans lesquels d'autres matériaux n'ont pu être utilisés pour des raisons techniques.

NiCr20Co18Ti (Nimonic 90) (2.4632)

Cet alliage à base de nickel-chrome-cobalt est celui qui pose le moins de problèmes au niveau de l'approvisionnement et est donc le plus utilisé des alliages. Il possède de très bonnes propriétés de résistance à la chaleur

et, avec un dimensionnement adéquate, peut être utilisé à des températures atteignant 700 °C.

NiCr15Fe7TiAl (Inconel X 750) (2.4669) et NiCr19NbMo (Inconel 718) (2.4668)

Ces alliages à base de nickel-chrome sont pratiquement dépourvus de cobalt et sont donc appropriés aux applications nucléaires. Le procédé de trempe étant coûteux, son utilisation se limite à certains cas particuliers. NIMONIC et INCONEL sont des marques déposées par le groupe INCO.

DURATHERM 600

Alliage trempant à base de cobalt-nickel possédant d'excellentes propriétés de résistance. Il devient amagnétique à partir de températures dépassant 0 °C et peut être utilisé à des températures très élevées (600 °C et plus). Le prix très élevé de cet alliage en limite l'utilisation, malgré ses propriétés hors pair.

DURATHERM est une marque déposée de la société Vacuumschmelze à Hanau (Allemagne).

Note sur les tableaux dimensionnels des rondelles ressorts

Les rondelles normalisées selon la DIN 2093 ainsi que les rondelles aux normes SCHNORR® figurent dans le tableau suivant. Les dimensions correspondant à la DIN 2093 apparaissent en caractère gras.

Les lettres A, B ou C placées devant indiquent à quelle série appartient la rondelle. Toutes les rondelles mentionnées dans ces tableaux sont généralement tenues en stock. L'écriture en caractère gras n'affiche pas une disponibilité améliorée.



Die nachfolgenden Abmessungs-Tabellen beschreiben

- Standard-Werkstoffe (C60S, C67S, C75S und 51CrV4) Seiten 11 bis 15
 - korrosionsbeständigen Werkstoff (X10CrNi18-8) Seiten 16 bis 18
- Darüber hinaus verarbeiten wir auch Sonderwerkstoffe für besondere Ansprüche wie Stähle für höhere Temperaturen, Kupferlegierungen, Nickel- und Kobaltlegierungen und Duratherm 600, siehe die Werkstoff-Übersichtstabellen Seiten 6 und 7

Les tableaux suivant décrivent:

- Matériaux standard (C60S, C67S, C75S und 51CrV4) pages 11 à 15
 - Matériau résistante à la corrosion (X10CrNi18-8) pages 16 à 18
- Aussi, nous utilisons d'autres matériaux sur demande, comme acier pour hautes températures, alliages au cuivre, alliage au nickel et cobalt et autres matériaux spéciales, voir les tableaux pages 6 et 7

Artikelnummer einer Tellerfeder

z.B. $D_e=40\text{ mm}$, $D_i=20,4\text{ mm}$, $t=1,5\text{ mm}$:

Tellerfeder 40×20.4×1.5

Bei Federn nach DIN 2093:

DIN 2093-B 40

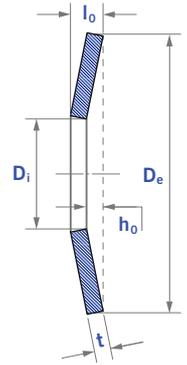
Numéro d'article d'une rondelle ressort

p.ex. $D_e=40\text{ mm}$, $D_i=20,4\text{ mm}$, $t=1,5\text{ mm}$:

Rondelle 40×20.4×1.5

Pour les rondelles conformes à DIN 2093:

DIN 2093-B 40



Bestellmasse Dimensions de commande						Gewicht je 1000 St. Poids à 1000 pcs. kg	Federweg s und Federkraft F Flèche s et effort F								Artikelnummer Numéro d'article
D_e mm	D_i mm	t mm	l_0 mm	h_0 mm	h_0/t		bei/à $s=0,25 h_0$		bei/à $s=0,50 h_0$		bei/à $s=0,75 h_0$		bei/à $s=1,00 h_0$		
						s mm	F N	s mm	F N	s mm	F N	s mm	F N	F_C N	
6,0	3,2	0,30	0,45	0,15	0,50	0,044	0,038	45	0,075	84	0,113	119	0,150	153	6×3.2×0.3
8,0	3,2	0,20	0,40	0,20	1,00	0,064	0,050	12	0,100	21	0,150	26	0,200	30	8×3.2×0.2
8,0	3,2	0,30	0,55	0,25	0,83	0,093	0,063	46	0,125	79	0,188	104	0,250	126	8×3.2×0.3
8,0	3,2	0,40	0,60	0,20	0,50	0,126	0,050	69	0,100	130	0,150	186	0,200	238	8×3.2×0.4
C 8,0	4,2	0,20	0,45	0,25	1,25	0,055	0,063	21	0,125	33	0,188	39	0,250	42	8×4.2×0.2
B 8,0	4,2	0,30	0,55	0,25	0,83	0,080	0,063	52	0,125	89	0,188	118	0,250	142	8×4.2×0.3
A 8,0	4,2	0,40	0,60	0,20	0,50	0,107	0,050	78	0,100	147	0,150	210	0,200	269	8×4.2×0.4
10,0	3,2	0,30	0,65	0,35	1,17	0,157	0,088	51	0,175	82	0,263	98	0,350	108	10×3.2×0.3
10,0	3,2	0,40	0,70	0,30	0,75	0,211	0,075	75	0,150	133	0,225	179	0,300	220	10×3.2×0.4
10,0	3,2	0,50	0,75	0,25	0,50	0,266	0,063	104	0,125	196	0,188	279	0,250	357	10×3.2×0.5
10,0	4,2	0,40	0,70	0,30	0,75	0,193	0,075	79	0,150	140	0,225	189	0,300	232	10×4.2×0.4
10,0	4,2	0,50	0,75	0,25	0,50	0,243	0,063	110	0,125	206	0,188	294	0,250	377	10×4.2×0.5
C 10,0	5,2	0,25	0,55	0,30	1,20	0,109	0,075	31	0,150	48	0,225	58	0,300	63	10×5.2×0.25
B 10,0	5,2	0,40	0,70	0,30	0,75	0,170	0,075	88	0,150	155	0,225	209	0,300	257	10×5.2×0.4
A 10,0	5,2	0,50	0,75	0,25	0,50	0,214	0,063	122	0,125	228	0,188	325	0,250	418	10×5.2×0.5
12,0	4,2	0,40	0,80	0,40	1,00	0,297	0,100	85	0,200	141	0,300	178	0,400	206	12×4.2×0.4
12,0	4,2	0,50	0,85	0,35	0,70	0,347	0,088	116	0,175	208	0,263	284	0,350	352	12×4.2×0.5
12,0	4,2	0,60	1,00	0,40	0,67	0,450	0,100	224	0,200	405	0,300	557	0,400	694	12×4.2×0.6
12,0	5,2	0,50	0,90	0,40	0,80	0,345	0,100	151	0,200	263	0,300	350	0,400	424	12×5.2×0.5
12,0	5,2	0,60	0,95	0,35	0,58	0,415	0,088	196	0,175	361	0,263	506	0,350	641	12×5.2×0.6
12,0	6,2	0,50	0,85	0,35	0,70	0,310	0,088	134	0,175	239	0,263	326	0,350	404	12×6.2×0.5
12,0	6,2	0,60	0,95	0,35	0,58	0,373	0,088	214	0,175	394	0,263	552	0,350	699	12×6.2×0.6
12,5	5,2	0,50	0,85	0,35	0,70	0,382	0,088	111	0,175	200	0,263	272	0,350	337	12.5×5.2×0.5
C 12,5	6,2	0,35	0,80	0,45	1,29	0,251	0,113	84	0,225	130	0,338	151	0,450	160	12.5×6.2×0.35
B 12,5	6,2	0,50	0,85	0,35	0,70	0,346	0,088	120	0,175	215	0,263	294	0,350	363	12.5×6.2×0.5
A 12,5	6,2	0,70	1,00	0,30	0,43	0,488	0,075	240	0,150	457	0,225	660	0,300	855	12.5×6.2×0.7
C 14,0	7,2	0,35	0,80	0,45	1,29	0,308	0,113	68	0,225	106	0,338	123	0,450	131	14×7.2×0.35
B 14,0	7,2	0,50	0,90	0,40	0,80	0,425	0,100	120	0,200	210	0,300	279	0,400	338	14×7.2×0.5
A 14,0	7,2	0,80	1,10	0,30	0,38	0,676	0,075	284	0,150	547	0,225	797	0,300	1040	14×7.2×0.8
15,0	5,2	0,40	0,95	0,55	1,38	0,468	0,138	101	0,275	154	0,413	176	0,550	181	15×5.2×0.4
15,0	5,2	0,50	1,00	0,50	1,00	0,588	0,125	133	0,250	221	0,375	278	0,500	321	15×5.2×0.5
15,0	5,2	0,60	1,05	0,45	0,75	0,708	0,113	171	0,225	302	0,338	407	0,450	499	15×5.2×0.6
15,0	5,2	0,70	1,10	0,40	0,57	0,828	0,100	214	0,200	395	0,300	555	0,400	704	15×5.2×0.7
15,0	6,2	0,50	1,00	0,50	1,00	0,553	0,125	138	0,250	230	0,375	289	0,500	334	15×6.2×0.5
15,0	6,2	0,60	1,05	0,45	0,75	0,665	0,113	178	0,225	314	0,338	424	0,450	519	15×6.2×0.6
15,0	6,2	0,70	1,10	0,40	0,57	0,778	0,100	222	0,200	411	0,300	578	0,400	733	15×6.2×0.7
15,0	8,2	0,70	1,10	0,40	0,57	0,654	0,100	256	0,200	474	0,300	666	0,400	844	15×8.2×0.7

Ø 15 bis 28 mm

Ø 15 à 28 mm

D _e mm	Bestellmasse Dimensions de commande					Gewicht je 1000 St. Poids à 1000 pcs. kg	Federweg s und Federkraft F Flèche s et effort F								Artikelnummer Numéro d'article
	D _i mm	t mm	l ₀ mm	h ₀ mm	h ₀ /t		bei/à s = 0,25 h ₀		bei/à s = 0,50 h ₀		bei/à s ≈ 0,75 h ₀		bei/à s = 1,00 h ₀		
							s mm	F N	s mm	F N	s mm	F N	s mm	F _c N	
15,0	8,2	0,80	1,20	0,40	0,50	0,740	0,100	367	0,200	689	0,300	982	0,400	1261	15×8.2×0.8
C16,0	8,2	0,40	0,90	0,50	1,25	0,444	0,125	84	0,250	131	0,375	154	0,500	165	16×8.2×0.4
B16,0	8,2	0,60	1,05	0,45	0,75	0,672	0,113	172	0,225	304	0,338	410	0,450	503	16×8.2×0.6
16,0	8,2	0,70	1,15	0,45	0,64	0,786	0,113	254	0,225	461	0,338	637	0,450	798	16×8.2×0.7
16,0	8,2	0,80	1,20	0,40	0,50	0,888	0,100	308	0,200	579	0,300	825	0,400	1059	16×8.2×0.8
A16,0	8,2	0,90	1,25	0,35	0,39	1,002	0,088	363	0,175	697	0,263	1013	0,350	1319	16×8.2×0.9
18,0	6,2	0,40	1,00	0,60	1,50	0,677	0,150	85	0,300	126	0,450	139	0,600	137	18×6.2×0.4
18,0	6,2	0,50	1,10	0,60	1,20	0,850	0,150	130	0,300	206	0,450	246	0,600	267	18×6.2×0.5
18,0	6,2	0,6	1,20	0,60	1,00	1,024	0,150	191	0,300	317	0,450	400	0,600	462	18×6.2×0.6
18,0	6,2	0,70	1,25	0,55	0,79	1,197	0,138	236	0,275	414	0,413	553	0,550	672	18×6.2×0.7
18,0	6,2	0,80	1,30	0,50	0,63	1,353	0,125	286	0,250	523	0,375	726	0,500	912	18×6.2×0.8
18,0	8,2	0,50	1,10	0,60	1,20	0,762	0,150	140	0,300	222	0,450	265	0,600	288	18×8.2×0.5
18,0	8,2	0,70	1,25	0,55	0,79	1,073	0,138	255	0,275	446	0,413	596	0,550	725	18×8.2×0.7
18,0	8,2	0,80	1,30	0,50	0,63	1,213	0,125	309	0,250	564	0,375	783	0,500	984	18×8.2×0.8
18,0	8,2	1,00	1,40	0,40	0,40	1,524	0,100	425	0,200	815	0,300	1181	0,400	1537	18×8.2×1
C18,0	9,2	0,45	1,05	0,60	1,33	0,651	0,150	121	0,300	186	0,450	214	0,600	223	18×9.2×0.45
B18,0	9,2	0,70	1,20	0,50	0,71	0,999	0,125	233	0,250	417	0,375	566	0,500	699	18×9.2×0.7
A18,0	9,2	1,00	1,40	0,40	0,40	1,418	0,100	451	0,200	865	0,300	1254	0,400	1631	18×9.2×1
20,0	8,2	0,60	1,30	0,70	1,17	1,191	0,175	214	0,350	342	0,525	412	0,700	453	20×8.2×0.6
20,0	8,2	0,70	1,35	0,65	0,93	1,393	0,163	262	0,325	442	0,488	569	0,650	668	20×8.2×0.7
20,0	8,2	0,80	1,40	0,60	0,75	1,574	0,150	315	0,300	557	0,450	751	0,600	921	20×8.2×0.8
20,0	8,2	0,90	1,45	0,55	0,61	1,776	0,138	374	0,275	685	0,413	954	0,550	1201	20×8.2×0.9
20,0	8,2	1,00	1,55	0,55	0,55	1,978	0,138	494	0,275	918	0,413	1295	0,550	1648	20×8.2×1
C20,0	10,2	0,50	1,15	0,65	1,30	0,876	0,163	141	0,325	219	0,488	254	0,650	268	20×10.2×0.5
B20,0	10,2	0,80	1,35	0,55	0,69	1,394	0,138	304	0,275	547	0,413	748	0,550	929	20×10.2×0.8
20,0	10,2	0,90	1,45	0,55	0,61	1,573	0,138	412	0,275	754	0,413	1050	0,550	1323	20×10.2×0.9
20,0	10,2	1,00	1,55	0,55	0,55	1,752	0,138	544	0,275	1010	0,413	1425	0,550	1815	20×10.2×1
A20,0	10,2	1,10	1,55	0,45	0,41	1,913	0,113	548	0,225	1050	0,338	1521	0,450	1976	20×10.2×1.1
20,0	10,2	1,25	1,75	0,50	0,40	2,181	0,125	890	0,250	1708	0,375	2477	0,500	3222	20×10.2×1.25
20,0	10,2	1,50	1,80	0,30	0,20	2,610	0,075	857	0,150	1695	0,225	2521	0,300	3340	20×10.2×1.5
C22,5	11,2	0,60	1,40	0,80	1,33	1,361	0,200	241	0,400	370	0,600	426	0,800	444	22.5×11.2×0.6
B22,5	11,2	0,80	1,45	0,65	0,81	1,799	0,163	306	0,325	533	0,488	708	0,650	855	22.5×11.2×0.8
A22,5	11,2	1,25	1,75	0,50	0,40	2,814	0,125	693	0,250	1330	0,375	1929	0,500	2509	22.5×11.2×1.25
23,0	8,2	0,70	1,50	0,80	1,14	1,939	0,200	280	0,400	448	0,600	544	0,800	602	23×8.2×0.7
23,0	8,2	0,80	1,55	0,75	0,94	2,192	0,188	332	0,375	560	0,563	719	0,750	842	23×8.2×0.8
23,0	8,2	0,90	1,60	0,70	0,78	2,472	0,175	391	0,350	687	0,525	919	0,700	1119	23×8.2×0.9
23,0	8,2	1,00	1,70	0,70	0,70	2,753	0,175	507	0,350	909	0,525	1240	0,700	1536	23×8.2×1
23,0	10,2	0,90	1,65	0,75	0,83	2,270	0,188	463	0,375	802	0,563	1058	0,750	1273	23×10.2×0.9
23,0	10,2	1,00	1,70	0,70	0,70	2,527	0,175	538	0,350	964	0,525	1315	0,700	1629	23×10.2×1
23,0	10,2	1,25	1,90	0,65	0,52	3,172	0,163	870	0,325	1627	0,488	2310	0,650	2955	23×10.2×1.25
23,0	12,2	1,00	1,60	0,60	0,60	2,255	0,150	475	0,300	872	0,450	1217	0,600	1536	23×12.2×1
23,0	12,2	1,25	1,85	0,60	0,48	2,807	0,150	864	0,300	1630	0,450	2331	0,600	3000	23×12.2×1.25
23,0	12,2	1,50	2,00	0,50	0,33	3,359	0,125	1159	0,250	2250	0,375	3297	0,500	4320	23×12.2×1.5
25,0	10,2	1,00	1,75	0,75	0,75	3,105	0,188	492	0,375	870	0,563	1172	0,750	1436	25×10.2×1
C25,0	12,2	0,70	1,60	0,90	1,29	1,994	0,225	331	0,450	515	0,675	600	0,900	635	25×12.2×0.7
B25,0	12,2	0,90	1,60	0,70	0,78	2,543	0,175	367	0,350	644	0,525	862	0,700	1050	25×12.2×0.9
25,0	12,2	1,00	1,80	0,80	0,80	2,832	0,200	585	0,400	1021	0,600	1359	0,800	1647	25×12.2×1
25,0	12,2	1,25	1,95	0,70	0,56	3,526	0,175	848	0,350	1573	0,525	2214	0,700	2814	25×12.2×1.25
A25,0	12,2	1,50	2,05	0,55	0,37	4,219	0,138	1040	0,275	2007	0,413	2926	0,550	3821	25×12.2×1.5
28,0	10,2	0,80	1,75	0,95	1,19	3,233	0,238	348	0,475	553	0,713	662	0,950	723	28×10.2×0.8
28,0	10,2	1,00	1,90	0,90	0,90	4,062	0,225	512	0,450	872	0,675	1130	0,900	1337	28×10.2×1
28,0	10,2	1,25	2,05	0,80	0,64	5,057	0,200	737	0,400	1339	0,600	1853	0,800	2322	28×10.2×1.25

Ø 28 bis 50 mm

Ø 28 à 50 mm

Bestellmasse Dimensions de commande						Gewicht je 1000 St. Poids à 1000 pcs. kg	Federweg s und Federkraft F Flèche s et effort F								Artikelnummer Numéro d'article
D _e mm	D _i mm	t mm	l ₀ mm	h ₀ mm	h ₀ /t		bei/à s = 0,25 h ₀		bei/à s = 0,50 h ₀		bei/à s = 0,75 h ₀		bei/à s = 1,00 h ₀		
							s mm	F N	s mm	F N	s mm	F N	s mm	F _C N	
28,0	10,2	1,50	2,20	0,70	0,47	6,051	0,175	1003	0,350	1899	0,525	2723	0,700	3511	28×10.2×1.5
28,0	12,2	1,00	1,95	0,95	0,95	3,789	0,238	590	0,475	992	0,713	1268	0,950	1482	28×12.2×1
28,0	12,2	1,25	2,10	0,85	0,68	4,717	0,213	844	0,425	1519	0,638	2083	0,850	2590	28×12.2×1.25
28,0	12,2	1,50	2,25	0,75	0,50	5,645	0,188	1149	0,375	2159	0,563	3077	0,750	3949	28×12.2×1.5
C 28,0	14,2	0,80	1,80	1,00	1,25	2,760	0,250	435	0,500	681	0,750	801	1,000	859	28×14.2×0.8
B 28,0	14,2	1,00	1,80	0,80	0,80	3,468	0,200	476	0,400	832	0,600	1107	0,800	1342	28×14.2×1
28,0	14,2	1,25	2,10	0,85	0,68	4,317	0,213	908	0,425	1634	0,638	2240	0,850	2785	28×14.2×1.25
A 28,0	14,2	1,50	2,15	0,65	0,43	5,166	0,163	1033	0,325	1970	0,488	2841	0,650	3680	28×14.2×1.5
31,5	12,2	1,00	2,10	1,10	1,10	5,035	0,275	587	0,550	951	0,825	1167	1,100	1309	31.5×12.2×1
31,5	12,2	1,25	2,20	0,95	0,76	6,268	0,238	761	0,475	1343	0,713	1805	0,950	2207	31.5×12.2×1.25
31,5	12,2	1,50	2,35	0,85	0,57	7,501	0,213	1033	0,425	1912	0,638	2688	0,850	3413	31.5×12.2×1.5
C 31,5	16,3	0,80	1,85	1,05	1,31	3,442	0,263	384	0,525	594	0,788	687	1,050	722	31.5×16.3×0.8
B 31,5	16,3	1,25	2,15	0,90	0,72	5,384	0,225	791	0,450	1409	0,675	1913	0,900	2359	31.5×16.3×1.25
31,5	16,3	1,50	2,40	0,90	0,60	6,443	0,225	1260	0,450	2314	0,675	3230	0,900	4077	31.5×16.3×1.5
A 31,5	16,3	1,75	2,45	0,70	0,40	7,546	0,175	1391	0,350	2669	0,525	3871	0,700	5036	31.5×16.3×1.75
31,5	16,3	2,00	2,75	0,75	0,38	8,605	0,188	2199	0,375	4239	0,563	6173	0,750	8054	31.5×16.3×2
34,0	12,3	1,00	2,25	1,25	1,25	6,006	0,313	637	0,625	998	0,938	1174	1,250	1258	34×12.3×1
34,0	12,3	1,25	2,35	1,10	0,88	7,477	0,275	815	0,550	1395	0,825	1818	1,100	2162	34×12.3×1.25
34,0	12,3	1,50	2,50	1,00	0,67	8,948	0,250	1097	0,500	1982	0,750	2725	1,000	3397	34×12.3×1.5
34,0	14,3	1,25	2,40	1,15	0,92	7,074	0,288	913	0,575	1546	0,863	1993	1,150	2347	34×14.3×1.25
34,0	14,3	1,50	2,55	1,05	0,70	8,465	0,263	1224	0,525	2192	0,788	2990	1,050	3704	34×14.3×1.5
34,0	16,3	1,50	2,55	1,05	0,70	7,911	0,263	1291	0,525	2313	0,788	3155	1,050	3908	34×16.3×1.5
34,0	16,3	2,00	2,85	0,85	0,43	10,570	0,213	2097	0,425	4003	0,638	5783	0,850	7498	34×16.3×2
C 35,5	18,3	0,90	2,05	1,15	1,28	4,952	0,288	458	0,575	713	0,863	832	1,150	884	35.5×18.3×0.9
B 35,5	18,3	1,25	2,25	1,00	0,80	6,865	0,250	731	0,500	1277	0,750	1699	1,000	2059	35.5×18.3×1.25
A 35,5	18,3	2,00	2,80	0,80	0,40	10,970	0,200	1864	0,400	3576	0,600	5187	0,800	6747	35.5×18.3×2
40,0	14,3	1,25	2,65	1,40	1,12	10,400	0,350	904	0,700	1459	1,050	1780	1,400	1984	40×14.3×1.25
40,0	14,3	1,50	2,75	1,25	0,83	12,450	0,313	1114	0,625	1929	0,938	2545	1,250	3061	40×14.3×1.5
40,0	14,3	2,00	3,05	1,05	0,53	16,630	0,263	1800	0,525	3363	0,788	4769	1,050	6096	40×14.3×2
40,0	16,3	1,50	2,80	1,30	0,87	11,890	0,325	1225	0,650	2103	0,975	2749	1,300	3281	40×16.3×1.5
40,0	16,3	2,00	3,10	1,10	0,55	15,890	0,275	1972	0,550	3663	0,825	5169	1,100	6580	40×16.3×2
40,0	18,3	2,00	3,15	1,15	0,58	15,040	0,288	2182	0,575	4030	0,863	5656	1,150	7171	40×18.3×2
C 40,0	20,4	1,00	2,30	1,30	1,30	7,067	0,325	565	0,650	876	0,975	1017	1,300	1072	40×20.4×1
B 40,0	20,4	1,50	2,65	1,15	0,77	10,530	0,288	1109	0,575	1953	0,863	2622	1,150	3201	40×20.4×1.5
40,0	20,4	2,00	3,10	1,10	0,55	14,060	0,275	2175	0,550	4041	0,825	5701	1,100	7258	40×20.4×2
A 40,0	20,4	2,25	3,15	0,90	0,40	15,720	0,225	2336	0,450	4481	0,675	6500	0,900	8456	40×20.4×2.25
40,0	20,4	2,50	3,45	0,95	0,38	17,520	0,238	3351	0,475	6453	0,713	9390	0,950	12243	40×20.4×2.5
C 45,0	22,4	1,25	2,85	1,60	1,28	11,340	0,400	1041	0,800	1620	1,200	1891	1,600	2007	45×22.4×1.25
B 45,0	22,4	1,75	3,05	1,30	0,74	15,890	0,325	1524	0,650	2701	0,975	3646	1,300	4475	45×22.4×1.75
A 45,0	22,4	2,50	3,50	1,00	0,40	22,770	0,250	2773	0,500	5320	0,750	7716	1,000	10037	45×22.4×2.5
50,0	18,4	1,25	2,85	1,60	1,28	16,130	0,400	757	0,800	1178	1,200	1375	1,600	1459	50×18.4×1.25
50,0	18,4	1,50	3,30	1,80	1,20	19,310	0,450	1379	0,900	2184	1,350	2606	1,800	2837	50×18.4×1.5
50,0	18,4	2,00	3,50	1,50	0,75	25,790	0,375	1918	0,750	3393	1,125	4572	1,500	5603	50×18.4×2
50,0	18,4	2,50	4,10	1,60	0,64	32,140	0,400	3703	0,800	6733	1,200	9315	1,600	11673	50×18.4×2.5
50,0	18,4	3,00	4,40	1,40	0,47	38,350	0,350	5043	0,700	9546	1,050	13688	1,400	17650	50×18.4×3
50,0	20,4	2,00	3,50	1,50	0,75	24,850	0,375	1966	0,750	3478	1,125	4687	1,500	5745	50×20.4×2
50,0	20,4	2,50	3,85	1,35	0,54	30,970	0,338	3008	0,675	5601	1,013	7919	1,350	10098	50×20.4×2.5
50,0	22,4	2,00	3,60	1,60	0,80	23,820	0,400	2247	0,800	3924	1,200	5222	1,600	6329	50×22.4×2
50,0	22,4	2,50	3,90	1,40	0,56	29,680	0,350	3261	0,700	6044	1,050	8510	1,400	10817	50×22.4×2.5
C 50,0	25,4	1,25	2,85	1,60	1,28	13,820	0,400	854	0,800	1328	1,200	1550	1,600	1646	50×25.4×1.25
50,0	25,4	1,50	3,10	1,60	1,07	16,540	0,400	1242	0,800	2029	1,200	2512	1,600	2844	50×25.4×1.5
B 50,0	25,4	2,00	3,40	1,40	0,70	22,090	0,350	1949	0,700	3491	1,050	4762	1,400	5898	50×25.4×2

Ø 50 bis 125 mm

Ø 50 à 125 mm

D _e mm	Bestellmasse Dimensions de commande					Gewicht je 1000 St. Poids à 1000 pcs. kg	Federweg s und Federkraft F Flèche s et effort F								Artikelnummer Numéro d'article
	D _i mm	t mm	l ₀ mm	h ₀ mm	h ₀ /t		bei/à s = 0,25 h ₀		bei/à s = 0,50 h ₀		bei/à s ≈ 0,75 h ₀		bei/à s = 1,00 h ₀		
							s mm	F N	s mm	F N	s mm	F N	s mm	F _C N	
50	25,4	2,5	3,90	1,40	0,56	27,52	0,350	3473	0,700	6437	1,050	9063	1,400	11 519	50×25,4×2,5
A50	25,4	3,0	4,10	1,10	0,37	32,85	0,275	4255	0,550	8214	0,825	11977	1,100	15640	50×25,4×3
C56	28,5	1,5	3,45	1,95	1,30	20,85	0,488	1458	0,975	2259	1,463	2622	1,950	2766	56×28,5×1,5
B56	28,5	2,0	3,60	1,60	0,80	27,81	0,400	1910	0,800	3335	1,200	4438	1,600	5379	56×28,5×2
A56	28,5	3,0	4,30	1,30	0,43	41,57	0,325	4142	0,650	7895	0,975	11388	1,300	14752	56×28,5×3
60	20,5	2,0	4,10	2,10	1,05	38,16	0,525	2318	1,050	3802	1,575	4730	2,100	5380	60×20,5×2
60	20,5	2,5	4,30	1,80	0,72	47,69	0,450	3018	0,900	5379	1,350	7302	1,800	9006	60×20,5×2,5
60	20,5	3,0	4,70	1,70	0,57	57,04	0,425	4449	0,850	8234	1,275	11577	1,700	14698	60×20,5×3
60	25,5	2,5	4,40	1,90	0,76	44,20	0,475	3447	0,950	6081	1,425	8175	1,900	9997	60×25,5×2,5
60	25,5	3,0	4,65	1,65	0,55	52,86	0,413	4495	0,825	8352	1,238	11784	1,650	15002	60×25,5×3
60	30,5	2,5	4,30	1,80	0,72	39,94	0,450	3447	0,900	6145	1,350	8342	1,800	10289	60×30,5×2,5
60	30,5	3,0	4,70	1,70	0,57	47,77	0,425	5083	0,850	9407	1,275	13226	1,700	16792	60×30,5×3
60	30,5	3,5	5,00	1,50	0,43	55,10	0,375	6591	0,750	12574	1,125	18153	1,500	23528	60×30,5×3,5
C63	31,0	1,8	4,15	2,35	1,31	32,53	0,588	2364	1,175	3658	1,763	4238	2,350	4463	63×31×1,8
B63	31,0	2,5	4,25	1,75	0,70	44,85	0,438	2942	0,875	5270	1,313	7189	1,750	8904	63×31×2,5
63	31,0	3,0	4,80	1,80	0,60	53,86	0,450	4891	0,900	8981	1,350	12536	1,800	15825	63×31×3
A63	31,0	3,5	4,90	1,40	0,40	62,13	0,350	5399	0,700	10359	1,050	15025	1,400	19545	63×31×3,5
70	25,5	2,0	4,50	2,50	1,25	50,78	0,625	2408	1,250	3771	1,875	4437	2,500	4755	70×25,5×2
70	30,5	2,5	4,90	2,40	0,96	59,53	0,600	3755	1,200	6297	1,800	8031	2,400	9360	70×30,5×2,5
70	30,5	3,0	5,10	2,10	0,70	71,19	0,525	4676	1,050	8376	1,575	11426	2,100	14152	70×30,5×3
70	35,5	3,0	5,10	2,10	0,70	65,21	0,525	5028	1,050	9007	1,575	12288	2,100	15218	70×35,5×3
70	35,5	4,0	5,80	1,80	0,45	86,13	0,450	8757	0,900	16634	1,350	23923	1,800	30919	70×35,5×4
70	40,5	4,0	5,60	1,60	0,40	77,04	0,400	8391	0,800	16099	1,200	23351	1,600	30376	70×40,5×4
70	40,5	5,0	6,20	1,20	0,24	95,15	0,300	11544	0,600	22728	0,900	33672	1,200	44495	70×40,5×5
C71	36,0	2,0	4,60	2,60	1,30	44,66	0,650	2861	1,300	4432	1,950	5144	2,600	5426	71×36×2
B71	36,0	2,5	4,50	2,00	0,80	56,11	0,500	2894	1,000	5054	1,500	6725	2,000	8152	71×36×2,5
A71	36,0	4,0	5,60	1,60	0,40	88,63	0,400	7379	0,800	14157	1,200	20535	1,600	26712	71×36×4
80	31,0	2,5	5,30	2,80	1,12	82,01	0,700	3678	1,400	5933	2,100	7239	2,800	8070	80×31×2,5
80	31,0	3,0	5,50	2,50	0,83	98,01	0,625	4531	1,250	7847	1,875	10352	2,500	12451	80×31×3
80	31,0	4,0	6,10	2,10	0,53	130,00	0,525	7319	1,050	13677	1,575	19394	2,100	24791	80×31×4
80	36,0	3,0	5,70	2,70	0,90	91,92	0,675	5401	1,350	9196	2,025	11919	2,700	14106	80×36×3
80	36,0	4,0	6,20	2,20	0,55	121,90	0,550	8164	1,100	15168	1,650	21400	2,200	27245	80×36×4
C80	41,0	2,25	5,20	2,95	1,31	63,54	0,738	3698	1,475	5715	2,213	6613	2,950	6950	80×41×2,25
B80	41,0	3,0	5,30	2,30	0,77	84,92	0,575	4450	1,150	7838	1,725	10518	2,300	12844	80×41×3
80	41,0	4,0	6,20	2,20	0,55	112,60	0,550	8726	1,100	16213	1,650	22874	2,200	29122	80×41×4
A80	41,0	5,0	6,70	1,70	0,34	139,50	0,425	11821	0,850	22928	1,275	33559	1,700	43952	80×41×5
C90	46,0	2,5	5,70	3,20	1,28	89,74	0,800	4232	1,600	6585	2,400	7684	3,200	8157	90×46×2,5
B90	46,0	3,5	6,00	2,50	0,71	125,30	0,625	5836	1,250	10416	1,875	14161	2,500	17487	90×46×3,5
A90	46,0	5,0	7,00	2,00	0,40	177,60	0,500	11267	1,000	21617	1,500	31354	2,000	40786	90×46×5
100	41,0	4,0	7,20	3,20	0,80	200,00	0,800	8714	1,600	15219	2,400	20251	3,200	24547	100×41×4
100	41,0	5,0	7,75	2,75	0,55	248,90	0,688	12345	1,375	22937	2,063	32361	2,750	41201	100×41×5
C100	51,0	2,7	6,20	3,50	1,30	120,10	0,875	4779	1,750	7410	2,625	8609	3,500	9091	100×51×2,7
B100	51,0	3,5	6,30	2,80	0,80	155,40	0,700	5624	1,400	9823	2,100	13070	2,800	15843	100×51×3,5
100	51,0	4,0	7,00	3,00	0,75	177,60	0,750	8673	1,500	15341	2,250	20674	3,000	25338	100×51×4
100	51,0	5,0	7,80	2,80	0,56	221,10	0,700	13924	1,400	25810	2,100	36339	2,800	46189	100×51×5
A100	51,0	6,0	8,20	2,20	0,37	262,80	0,550	17061	1,100	32937	1,650	48022	2,200	62711	100×51×6
C112	57,0	3,0	6,90	3,90	1,30	168,00	0,975	5834	1,950	9038	2,925	10489	3,900	11064	112×57×3
B112	57,0	4,0	7,20	3,20	0,80	222,70	0,800	7639	1,600	13341	2,400	17752	3,200	21518	112×57×4
A112	57,0	6,0	8,50	2,50	0,42	332,10	0,625	15800	1,250	30215	1,875	43707	2,500	56737	112×57×6
125	41,0	4,0	8,20	4,20	1,05	338,10	1,050	8501	2,100	13943	3,150	17346	4,200	19729	125×41×4
125	51,0	4,0	8,50	4,50	1,13	315,60	1,125	10096	2,250	16265	3,375	19817	4,500	22060	125×51×4
125	51,0	5,0	8,90	3,90	0,78	391,50	0,975	13063	1,950	22931	2,925	30669	3,900	37342	125×51×5

Ø 125 bis 250 mm

Ø 125 à 250 mm

Bestellmasse Dimensions de commande							Gewicht je 1000 St. Poids à 1000 pcs. kg	Federweg s und Federkraft F Flèche s et effort F								Artikelnummer Numéro d'article
D _e mm	D _i mm	t mm	t' mm	l ₀ mm	h ₀ mm	(h ₀ /t) h ₀ '/t'		bei/à s = 0,25 h ₀		bei/à s = 0,50 h ₀		bei/à s = 0,75 h ₀		bei/à s = 1,00 h ₀		
							s mm	F N	s mm	F N	s mm	F N	s mm	F _c N		
125	51	6,0	—	9,4	3,40	(0,57)	465,8	0,850	17 027	1,700	31 514	2,550	44 307	3,400	56 254	125×51×6
125	61	5,0	—	9,0	4,00	(0,80)	357,6	1,000	14 615	2,000	25 526	3,000	33 966	4,000	41 170	125×61×5
125	61	6,0	—	9,6	3,60	(0,60)	425,4	0,900	19 789	1,800	36 336	2,700	50 722	3,600	64 028	125×61×6
125	61	8,0	7,5	10,9	2,90	0,45	547,3	0,725	34 434	1,450	65 305	2,175	93 577	2,900	120 218	125×61×8
C 125	64	3,5	—	8,0	4,50	(1,29)	242,3	1,125	8 514	2,250	13 231	3,375	15 416	4,500	16 335	125×64×3.5
B 125	64	5,0	—	8,5	3,50	(0,70)	346,2	0,875	12 238	1,750	21 924	2,625	29 908	3,500	37 041	125×64×5
A 125	64	8,0	7,5	10,6	2,60	0,41	529,9	0,650	31 119	1,300	59 520	1,950	85 926	2,600	111 056	125×64×8
125	71	6,0	—	9,3	3,30	(0,55)	377,9	0,825	19 538	1,650	36 302	2,475	51 304	3,300	65 207	125×71×6
125	71	8,0	7,4	10,4	2,40	0,41	479,6	0,600	30 867	1,200	59 149	1,800	85 494	2,400	110 547	125×71×8
125	71	10,0	9,2	11,8	1,80	0,28	596,3	0,450	42 964	0,900	84 219	1,350	124 124	1,800	163 035	125×71×10
C 140	72	3,8	—	8,7	4,90	(1,29)	329,7	1,225	9 514	2,450	14 773	3,675	17 195	4,900	18 199	140×72×3.8
B 140	72	5,0	—	9,0	4,00	(0,80)	433,2	1,000	12 014	2,000	20 982	3,000	27 920	4,000	33 843	140×72×5
A 140	72	8,0	7,5	11,2	3,20	0,49	663,0	0,800	31 903	1,600	59 967	2,400	85 251	3,200	108 813	140×72×8
150	61	5,0	—	10,3	5,30	(1,06)	565,0	1,325	15 292	2,650	25 021	3,975	31 041	5,300	35 207	150×61×5
150	61	6,0	—	10,8	4,80	(0,80)	676,8	1,200	19 560	2,400	34 161	3,600	45 456	4,800	55 098	150×61×6
150	71	6,0	—	10,8	4,80	(0,80)	628,9	1,200	20 721	2,400	36 189	3,600	48 155	4,800	58 370	150×71×6
150	71	8,0	7,5	12,0	4,00	0,60	803,6	1,000	35 296	2,000	64 684	3,000	89 851	4,000	112 487	150×71×8
150	81	8,0	7,5	11,7	3,70	0,56	732,9	0,925	34 518	1,850	63 877	2,775	89 532	3,700	112 942	150×81×8
150	81	10,0	9,3	13,0	3,00	0,40	908,8	0,750	50 088	1,500	96 121	2,250	139 128	3,000	180 141	150×81×10
C 160	82	4,3	—	9,9	5,60	(1,30)	492,2	1,400	12 162	2,800	18 833	4,200	21 843	5,600	23 022	160×82×4.3
B 160	82	6,0	—	10,5	4,50	(0,75)	679,8	1,125	17 203	2,250	30 431	3,375	41 008	4,500	50 260	160×82×6
A 160	82	10,0	9,4	13,5	3,50	0,44	1089,0	0,875	50 547	1,750	96 216	2,625	138 331	3,500	178 214	160×82×10
C 180	92	4,8	—	11,0	6,20	(1,29)	705,3	1,550	14 646	3,100	22 731	4,650	26 442	6,200	27 966	180×92×4.8
B 180	92	6,0	—	11,1	5,10	(0,85)	862,5	1,275	16 558	2,550	28 552	3,825	37 502	5,100	44 930	180×92×6
A 180	92	10,0	9,4	14,0	4,00	0,49	1381,0	1,000	46 850	2,000	88 141	3,000	125 417	4,000	160 223	180×92×10
200	82	8,0	7,6	14,2	6,20	0,87	1554,0	1,550	35 029	3,100	60 013	4,650	78 034	6,200	92 176	200×82×8
200	82	10,0	9,6	15,5	5,50	0,61	1962,0	1,375	51 105	2,750	93 357	4,125	129 445	5,500	162 061	200×82×10
200	82	12,0	11,5	16,6	4,60	0,44	2351,0	1,150	66 924	2,300	127 191	3,450	182 737	4,600	235 503	200×82×12
200	92	10,0	9,5	15,6	5,60	0,64	1840,0	1,400	55 136	2,800	100 014	4,200	137 688	5,600	171 214	200×92×10
200	92	12,0	11,4	16,8	4,80	0,47	2208,0	1,200	73 913	2,400	139 548	3,600	199 269	4,800	255 443	200×92×12
200	92	14,0	13,1	18,1	4,10	0,38	2537,0	1,025	95 633	2,050	184 092	3,075	267 227	4,100	346 888	200×92×14
C 200	102	5,5	—	12,5	7,00	(1,27)	999,3	1,750	19 817	3,500	30 882	5,250	36 111	7,000	38 423	200×102×5.5
B 200	102	8,0	7,5	13,6	5,60	0,81	1363,0	1,400	33 367	2,800	57 955	4,200	76 378	5,600	91 252	200×102×8
200	102	10,0	9,4	15,6	5,60	0,66	1708,0	1,400	58 757	2,800	106 099	4,200	145 357	5,600	179 858	200×102×10
A 200	102	12,0	11,25	16,2	4,20	0,44	2044,0	1,050	66 983	2,100	127 401	3,150	183 020	4,200	235 610	200×102×12
200	102	14,0	13,1	18,2	4,20	0,39	2380,0	1,050	103 781	2,100	199 476	3,150	289 181	4,200	374 993	200×102×14
200	112	12,0	11,1	16,2	4,20	0,46	1870,0	1,050	72 257	2,100	136 873	3,150	195 830	4,200	251 108	200×112×12
200	112	14,0	12,9	17,5	3,50	0,36	2173,0	0,875	91 033	1,750	176 156	2,625	256 758	3,500	334 227	200×112×14
200	112	16,0	14,8	18,8	2,80	0,27	2493,0	0,700	105 268	1,400	206 697	2,100	305 100	2,800	401 294	200×112×16
C 225	112	6,5	6,2	13,6	7,10	1,19	1450,0	1,775	23 583	3,550	37 417	5,325	44 580	7,100	48 147	225×112×6.5
B 225	112	8,0	7,5	14,5	6,50	0,93	1754,0	1,625	32 870	3,250	55 412	4,875	70 749	6,500	82 002	225×112×8
A 225	112	12,0	11,25	17,0	5,00	0,51	2631,0	1,250	64 497	2,500	120 738	3,750	171 016	5,000	217 625	225×112×12
250	102	10,0	9,6	18,0	8,00	0,88	3075,0	2,000	56 867	4,000	97 282	6,000	126 387	8,000	149 323	250×102×10
250	102	12,0	11,5	19,0	7,00	0,65	3683,0	1,750	73 563	3,500	133 131	5,250	182 962	7,000	227 317	250×102×12
C 250	127	7,0	6,7	14,8	7,80	1,21	1909,0	1,950	26 895	3,900	42 527	5,850	50 466	7,800	54 284	250×127×7
B 250	127	10,0	9,4	17,0	7,00	0,81	2678,0	1,750	51 871	3,500	90 206	5,250	119 053	7,000	142 462	250×127×10
250	127	12,0	11,25	19,3	7,30	0,72	3205,0	1,825	87 633	3,650	156 021	5,475	210 806	7,300	257 630	250×127×12
A 250	127	14,0	13,1	19,6	5,60	0,50	3732,0	1,400	93 239	2,800	175 145	4,200	248 828	5,600	317 399	250×127×14
250	127	16,0	15,0	21,8	5,80	0,45	4273,0	1,450	140 941	2,900	267 296	4,350	383 017	5,800	492 058	250×127×16

SCHNORR®-Tellerfedern korrosionsbeständig

Rondelles ressorts SCHNORR® résistant à la corrosion

16

Ø 6 bis 18 mm

Werkstoff: X10CrNi18-8 (1.4310)

Ø 6 à 18 mm

Matériau: X10CrNi18-8 (1.4310)

Bestellmasse Dimensions de commande						Gewicht je 1000 St. Poids à 1000 pcs. kg	Federweg s und Federkraft F Flèche s et effort F								Artikelnummer Numéro d'article
D _e mm	D _i mm	t mm	l ₀ mm	h ₀ mm	h ₀ /t		bei/à s = 0,25 h ₀		bei/à s = 0,50 h ₀		bei/à s ≈ 0,75 h ₀		bei/à s = 1,00 h ₀		
						s mm	F N	s mm	F N	s mm	F N	s mm	F _C N		
6,0	3,2	0,30	0,45	0,15	0,50	0,047	0,038	41	0,075	77	0,113	110	0,150	141	6×3.2×0.3 X10
8,0	3,2	0,20	0,40	0,20	1,00	0,066	0,050	11	0,100	19	0,150	24	0,200	27	8×3.2×0.2 X10
8,0	3,2	0,30	0,55	0,25	0,83	0,098	0,063	42	0,125	73	0,188	96	0,250	116	8×3.2×0.3 X10
8,0	3,2	0,40	0,55	0,15	0,38	0,131	0,038	45	0,075	87	0,113	126	0,150	165	8×3.2×0.4 X10
8,0	3,2	0,50	0,70	0,20	0,40	0,166	0,050	119	0,100	227	0,150	330	0,200	429	8×3.2×0.5 X10
8,0	4,2	0,20	0,45	0,25	1,25	0,057	0,063	20	0,125	31	0,188	36	0,250	39	8×4.2×0.2 X10
8,0	4,2	0,30	0,50	0,20	0,67	0,085	0,050	34	0,100	61	0,150	84	0,200	105	8×4.2×0.3 X10
8,0	4,2	0,40	0,60	0,20	0,50	0,113	0,050	72	0,100	136	0,150	193	0,200	248	8×4.2×0.4 X10
10,0	3,2	0,30	0,65	0,35	1,17	0,165	0,088	47	0,175	75	0,263	91	0,350	100	10×3.2×0.3 X10
10,0	3,2	0,40	0,70	0,30	0,75	0,220	0,075	69	0,150	123	0,225	165	0,300	203	10×3.2×0.4 X10
10,0	3,2	0,50	0,70	0,20	0,40	0,274	0,050	73	0,100	140	0,150	203	0,200	264	10×3.2×0.5 X10
10,0	4,2	0,40	0,70	0,30	0,75	0,202	0,075	73	0,150	129	0,225	175	0,300	214	10×4.2×0.4 X10
10,0	4,2	0,50	0,70	0,20	0,40	0,252	0,050	77	0,100	148	0,150	214	0,200	278	10×4.2×0.5 X10
10,0	5,2	0,25	0,55	0,30	1,20	0,112	0,075	28	0,150	45	0,225	53	0,300	58	10×5.2×0.25 X10
10,0	5,2	0,40	0,65	0,25	0,63	0,179	0,063	62	0,125	113	0,188	157	0,250	197	10×5.2×0.4 X10
10,0	5,2	0,50	0,70	0,20	0,40	0,223	0,050	85	0,100	163	0,150	237	0,200	308	10×5.2×0.5 X10
12,0	4,2	0,40	0,80	0,40	1,00	0,309	0,100	79	0,200	130	0,300	165	0,400	190	12×4.2×0.4 X10
12,0	4,2	0,50	0,80	0,30	0,60	0,386	0,075	86	0,150	158	0,225	220	0,300	278	12×4.2×0.5 X10
12,0	4,2	0,60	0,85	0,25	0,42	0,463	0,063	111	0,125	213	0,188	308	0,250	400	12×4.2×0.6 X10
12,0	5,2	0,50	0,80	0,30	0,60	0,357	0,075	91	0,150	166	0,225	232	0,300	293	12×5.2×0.5 X10
12,0	5,2	0,60	0,85	0,25	0,42	0,429	0,063	118	0,125	225	0,188	325	0,250	422	12×5.2×0.6 X10
12,0	6,2	0,50	0,85	0,35	0,70	0,323	0,088	123	0,175	221	0,263	301	0,350	373	12×6.2×0.5 X10
12,0	6,2	0,60	0,85	0,25	0,42	0,387	0,063	128	0,125	245	0,188	355	0,250	460	12×6.2×0.6 X10
12,5	5,2	0,50	0,85	0,35	0,70	0,395	0,088	103	0,175	184	0,263	251	0,350	311	12.5×5.2×0.5 X10
12,5	6,2	0,35	0,80	0,45	1,29	0,253	0,113	77	0,225	120	0,338	140	0,450	148	12.5×6.2×0.35 X10
12,5	6,2	0,50	0,85	0,35	0,70	0,361	0,088	111	0,175	198	0,263	271	0,350	335	12.5×6.2×0.5 X10
12,5	6,2	0,70	0,95	0,25	0,36	0,504	0,063	178	0,125	344	0,188	503	0,250	657	12.5×6.2×0.7 X10
14,0	7,2	0,35	0,80	0,45	1,29	0,310	0,113	63	0,225	98	0,338	114	0,450	120	14×7.2×0.35 X10
14,0	7,2	0,50	0,90	0,40	0,80	0,442	0,100	111	0,200	194	0,300	258	0,400	312	14×7.2×0.5 X10
14,0	7,2	0,80	1,05	0,25	0,31	0,706	0,063	213	0,125	414	0,188	609	0,250	799	14×7.2×0.8 X10
15,0	5,2	0,40	0,95	0,55	1,38	0,486	0,138	93	0,275	142	0,413	162	0,550	167	15×5.2×0.4 X10
15,0	5,2	0,50	1,00	0,50	1,00	0,607	0,125	123	0,250	204	0,375	257	0,500	296	15×5.2×0.5 X10
15,0	5,2	0,60	1,05	0,45	0,75	0,728	0,113	158	0,225	279	0,338	376	0,450	460	15×5.2×0.6 X10
15,0	5,2	0,70	1,10	0,40	0,57	0,849	0,100	197	0,200	365	0,300	512	0,400	650	15×5.2×0.7 X10
15,0	6,2	0,50	1,00	0,50	1,00	0,572	0,125	128	0,250	212	0,375	267	0,500	308	15×6.2×0.5 X10
15,0	6,2	0,60	1,00	0,40	0,67	0,687	0,100	137	0,200	248	0,300	341	0,400	426	15×6.2×0.6 X10
15,0	6,2	0,70	1,05	0,35	0,50	0,801	0,088	172	0,175	323	0,263	461	0,350	591	15×6.2×0.7 X10
15,0	8,2	0,70	1,00	0,30	0,43	0,677	0,075	164	0,150	312	0,225	451	0,300	584	15×8.2×0.7 X10
15,0	8,2	0,80	1,10	0,30	0,38	0,773	0,075	238	0,150	459	0,225	668	0,300	872	15×8.2×0.8 X10
16,0	8,2	0,40	0,90	0,50	1,25	0,464	0,125	77	0,250	121	0,375	142	0,500	153	16×8.2×0.4 X10
16,0	8,2	0,60	1,05	0,45	0,75	0,695	0,113	159	0,225	281	0,338	378	0,450	464	16×8.2×0.6 X10
16,0	8,2	0,70	1,05	0,35	0,50	0,811	0,088	167	0,175	313	0,263	446	0,350	573	16×8.2×0.7 X10
16,0	8,2	0,80	1,10	0,30	0,38	0,926	0,075	200	0,150	386	0,225	562	0,300	733	16×8.2×0.8 X10
16,0	8,2	0,90	1,20	0,30	0,33	1,042	0,075	280	0,150	543	0,225	796	0,300	1043	16×8.2×0.9 X10
18,0	6,2	0,40	1,00	0,60	1,50	0,702	0,150	78	0,300	116	0,450	128	0,600	126	18×6.2×0.4 X10
18,0	6,2	0,50	1,10	0,60	1,20	0,878	0,150	120	0,300	190	0,450	226	0,600	246	18×6.2×0.5 X10
18,0	6,2	0,60	1,20	0,60	1,00	1,053	0,150	176	0,300	293	0,450	369	0,600	426	18×6.2×0.6 X10
18,0	6,2	0,70	1,25	0,55	0,79	1,228	0,138	218	0,275	382	0,413	510	0,550	620	18×6.2×0.7 X10
18,0	6,2	0,80	1,30	0,50	0,63	1,403	0,125	264	0,250	482	0,375	669	0,500	841	18×6.2×0.8 X10
18,0	8,2	0,50	1,10	0,60	1,20	0,789	0,150	129	0,300	205	0,450	244	0,600	266	18×8.2×0.5 X10
18,0	8,2	0,70	1,20	0,50	0,71	1,104	0,125	203	0,250	362	0,375	492	0,500	608	18×8.2×0.7 X10
18,0	8,2	0,80	1,25	0,45	0,56	1,262	0,113	247	0,225	457	0,338	643	0,450	816	18×8.2×0.8 X10
18,0	8,2	1,00	1,35	0,35	0,35	1,576	0,088	335	0,175	649	0,263	948	0,350	1240	18×8.2×1 X10

Ø 18 bis 31,5 mm

Werkstoff: X10CrNi18-8 (1.4310)

Ø 18 à 31,5 mm

Matériau: X10CrNi18-8 (1.4310)

Bestellmasse Dimensions de commande						Gewicht je 1000 St. Poids à 1000 pcs.	Federweg s und Federkraft F Flèche s et effort F								Artikelnummer Numéro d'article
D _e mm	D _i mm	t mm	l ₀ mm	h ₀ mm	h ₀ /t		bei/à s = 0,25 h ₀		bei/à s = 0,50 h ₀		bei/à s ≈ 0,75 h ₀		bei/à s = 1,00 h ₀		
						kg	s mm	F N	s mm	F N	s mm	F N	s mm	F _c N	
18,0	9,20	0,45	1,05	0,60	1,33	0,662	0,150	111	0,300	171	0,450	197	0,600	206	18×9.2×0.45 X10
18,0	9,20	0,70	1,20	0,50	0,71	1,029	0,125	215	0,250	384	0,375	522	0,500	645	18×9.2×0.7 X10
18,0	9,20	1,00	1,35	0,35	0,35	1,469	0,088	356	0,175	689	0,263	1006	0,350	1317	18×9.2×1.0 X10
20,0	8,20	0,50	1,15	0,65	1,30	1,029	0,163	118	0,325	183	0,488	213	0,650	225	20×8.2×0.5 X10
20,0	8,20	0,60	1,30	0,70	1,17	1,226	0,175	198	0,350	316	0,525	380	0,700	418	20×8.2×0.6 X10
20,0	8,20	0,70	1,35	0,65	0,93	1,430	0,163	241	0,325	408	0,488	524	0,650	616	20×8.2×0.7 X10
20,0	8,20	0,80	1,40	0,60	0,75	1,634	0,150	291	0,300	514	0,450	693	0,600	849	20×8.2×0.8 X10
20,0	8,20	0,90	1,45	0,55	0,61	1,838	0,138	345	0,275	632	0,413	880	0,550	1108	20×8.2×0.9 X10
20,0	8,20	1,00	1,45	0,45	0,45	2,042	0,113	352	0,225	669	0,338	962	0,450	1244	20×8.2×1.0 X10
20,0	10,20	0,50	1,15	0,65	1,30	0,910	0,163	130	0,325	202	0,488	234	0,650	247	20×10.2×0.5 X10
20,0	10,20	0,60	1,20	0,60	1,00	1,098	0,150	163	0,300	271	0,450	342	0,600	394	20×10.2×0.6 X10
20,0	10,20	0,80	1,35	0,55	0,69	1,454	0,138	281	0,275	504	0,413	690	0,550	857	20×10.2×0.8 X10
20,0	10,20	0,90	1,40	0,50	0,56	1,635	0,125	334	0,250	619	0,375	872	0,500	1109	20×10.2×0.9 X10
20,0	10,20	1,00	1,40	0,40	0,40	1,817	0,100	336	0,200	645	0,300	936	0,400	1217	20×10.2×1.0 X10
20,0	10,20	1,10	1,50	0,40	0,36	1,998	0,100	440	0,200	850	0,300	1240	0,400	1620	20×10.2×1.1 X10
20,0	10,20	1,25	1,55	0,30	0,24	2,269	0,075	463	0,150	911	0,225	1349	0,300	1783	20×10.2×1.25 X10
20,0	10,20	1,50	1,75	0,25	0,17	2,721	0,063	654	0,125	1297	0,188	1934	0,250	2568	20×10.2×1.5 X10
22,5	11,20	0,60	1,40	0,80	1,33	1,406	0,200	222	0,400	341	0,600	393	0,800	410	22.5×11.2×0.6 X10
22,5	11,20	0,80	1,45	0,65	0,81	1,873	0,163	283	0,325	492	0,488	653	0,650	789	22.5×11.2×0.8 X10
22,5	11,20	1,25	1,65	0,40	0,32	2,924	0,100	494	0,200	961	0,300	1411	0,400	1851	22.5×11.2×1.25 X10
23,0	8,20	0,70	1,50	0,80	1,14	1,987	0,200	258	0,400	414	0,600	501	0,800	555	23×8.2×0.7 X10
23,0	8,20	0,80	1,55	0,75	0,94	2,271	0,188	306	0,375	517	0,563	663	0,750	777	23×8.2×0.8 X10
23,0	8,20	0,90	1,60	0,70	0,78	2,554	0,175	361	0,350	633	0,525	848	0,700	1033	23×8.2×0.9 X10
23,0	8,20	1,00	1,60	0,60	0,60	2,838	0,150	375	0,300	689	0,450	962	0,600	1214	23×8.2×1.0 X10
23,0	10,20	0,90	1,55	0,65	0,72	2,352	0,163	341	0,325	608	0,488	825	0,650	1017	23×10.2×0.9 X10
23,0	10,20	1,00	1,60	0,60	0,60	2,613	0,150	398	0,300	731	0,450	1020	0,600	1288	23×10.2×1.0 X10
23,0	10,20	1,25	1,70	0,45	0,36	3,264	0,113	512	0,225	989	0,338	1444	0,450	1887	23×10.2×1.25 X10
23,0	12,20	1,00	1,60	0,60	0,60	2,337	0,150	438	0,300	804	0,450	1122	0,600	1417	23×12.2×1.0 X10
23,0	12,20	1,25	1,65	0,40	0,32	2,919	0,100	492	0,200	958	0,300	1406	0,400	1845	23×12.2×1.25 X10
23,0	12,20	1,50	1,85	0,35	0,23	3,501	0,088	722	0,175	1423	0,263	2110	0,350	2789	23×12.2×1.5 X10
25,0	10,20	1,00	1,70	0,70	0,70	3,205	0,175	409	0,350	732	0,525	998	0,700	1236	25×10.2×1.0 X10
25,0	12,20	0,70	1,60	0,90	1,29	2,052	0,225	305	0,450	475	0,675	553	0,900	586	25×12.2×0.7 X10
25,0	12,20	0,90	1,60	0,70	0,78	2,637	0,175	338	0,350	594	0,525	795	0,700	969	25×12.2×0.9 X10
25,0	12,20	1,00	1,65	0,65	0,65	2,929	0,163	394	0,325	715	0,488	987	0,650	1234	25×12.2×1.0 X10
25,0	12,20	1,25	1,75	0,50	0,40	3,660	0,125	512	0,250	983	0,375	1425	0,500	1854	25×12.2×1.25 X10
25,0	12,20	1,50	1,95	0,45	0,30	4,389	0,113	763	0,225	1490	0,338	2193	0,450	2884	25×12.2×1.5 X10
28,0	10,20	0,80	1,75	0,95	1,19	3,351	0,238	321	0,475	510	0,713	610	0,950	667	28×10.2×0.8 X10
28,0	10,20	1,00	1,90	0,90	0,90	4,188	0,225	472	0,450	804	0,675	1042	0,900	1234	28×10.2×1.0 X10
28,0	10,20	1,25	1,95	0,70	0,56	5,232	0,175	565	0,350	1047	0,525	1474	0,700	1874	28×10.2×1.25 X10
28,0	10,20	1,50	2,10	0,60	0,40	6,277	0,150	767	0,300	1471	0,450	2134	0,600	2775	28×10.2×1.5 X10
28,0	12,20	1,00	1,95	0,95	0,95	3,911	0,238	544	0,475	915	0,713	1170	0,950	1367	28×12.2×1.0 X10
28,0	12,20	1,25	1,95	0,70	0,56	4,887	0,175	593	0,350	1099	0,525	1548	0,700	1967	28×12.2×1.25 X10
28,0	12,20	1,50	2,05	0,55	0,37	5,862	0,138	727	0,275	1403	0,413	2045	0,550	2671	28×12.2×1.5 X10
28,0	14,20	0,80	1,80	1,00	1,25	2,870	0,250	401	0,500	628	0,750	739	1,000	792	28×14.2×0.8 X10
28,0	14,20	1,00	1,80	0,80	0,80	3,586	0,200	439	0,400	767	0,600	1021	0,800	1238	28×14.2×1.0 X10
28,0	14,20	1,25	1,90	0,65	0,52	4,480	0,163	578	0,325	1082	0,488	1535	0,650	1964	28×14.2×1.25 X10
28,0	14,20	1,50	2,05	0,55	0,37	5,373	0,138	781	0,275	1508	0,413	2199	0,550	2872	28×14.2×1.5 X10
31,5	12,20	1,00	2,10	1,10	1,10	5,191	0,275	541	0,550	877	0,825	1076	1,100	1207	31.5×12.2×1.0 X10
31,5	12,20	1,25	2,15	0,90	0,72	6,486	0,225	646	0,450	1152	0,675	1564	0,900	1929	31.5×12.2×1.25 X10
31,5	12,20	1,50	2,25	0,75	0,50	7,781	0,188	808	0,375	1519	0,563	2164	0,750	2777	31.5×12.2×1.5 X10
31,5	16,30	0,80	1,85	1,05	1,31	3,577	0,263	355	0,525	548	0,788	634	1,050	666	31.5×16.3×0.8 X10
31,5	16,30	1,25	2,00	0,75	0,60	5,584	0,188	561	0,375	1029	0,563	1437	0,750	1814	31.5×16.3×1.25 X10
31,5	16,30	1,50	2,15	0,65	0,43	6,698	0,163	763	0,325	1454	0,488	2097	0,650	2716	31.5×16.3×1.5 X10

SCHNORR®-Tellerfedern korrosionsbeständig

Rondelles ressorts SCHNORR® résistant à la corrosion

18

Ø 31,5 bis 90 mm

Werkstoff: X10CrNi18-8 (1.4310)

Ø 31,5 à 90 mm

Matériau: X10CrNi18-8 (1.4310)

Bestellmasse Dimensions de commande						Gewicht je 1000 St. Poids à 1000 pcs. kg	Federweg s und Federkraft F Flèche s et effort F								Artikelnummer Numéro d'article
D _e mm	D _i mm	t mm	l ₀ mm	h ₀ mm	h ₀ /t		bei/à s = 0,25 h ₀		bei/à s = 0,50 h ₀		bei/à s = 0,75 h ₀		bei/à s = 1,00 h ₀		
						s mm	F N	s mm	F N	s mm	F N	s mm	F _C N		
31,5	16,3	1,75	2,30	0,55	0,31	7,811	0,138	972	0,275	1892	0,413	2779	0,550	3649	31,5×16,3×1,75 X10
31,5	16,3	2,00	2,50	0,50	0,25	8,923	0,125	1289	0,250	2534	0,375	3750	0,500	4952	31,5×16,3×2 X10
34,0	12,3	1,00	2,25	1,25	1,25	6,187	0,313	588	0,625	920	0,938	1083	1,250	1160	34×12,3×1 X10
34,0	12,3	1,25	2,35	1,10	0,88	7,732	0,275	752	0,550	1287	0,825	1677	1,100	1994	34×12,3×1,25 X10
34,0	12,3	1,50	2,40	0,90	0,60	9,275	0,225	872	0,450	1600	0,675	2234	0,900	2820	34×12,3×1,5 X10
34,0	14,3	1,25	2,30	1,05	0,84	7,321	0,263	723	0,525	1250	0,788	1646	1,050	1977	34×14,3×1,25 X10
34,0	14,3	1,50	2,35	0,85	0,57	8,783	0,213	837	0,425	1549	0,638	2178	0,850	2765	34×14,3×1,5 X10
34,0	16,3	1,50	2,30	0,80	0,53	8,216	0,200	815	0,400	1520	0,600	2151	0,800	2746	34×16,3×1,5 X10
34,0	16,3	2,00	2,60	0,60	0,30	10,946	0,150	1293	0,300	2523	0,450	3713	0,600	4882	34×16,3×2 X10
35,5	18,3	0,90	2,05	1,15	1,28	5,132	0,288	422	0,575	657	0,863	767	1,150	815	35,5×18,3×0,9 X10
35,5	18,3	1,25	2,25	1,00	0,72	7,124	0,250	674	0,500	1178	0,750	1567	1,000	1899	35,5×18,3×1,25 X10
35,5	18,3	2,00	2,65	0,65	0,33	11,385	0,163	1352	0,325	2628	0,488	3855	0,650	5056	35,5×18,3×2 X10
40,0	14,3	1,25	2,65	1,40	1,12	10,752	0,350	834	0,700	1346	1,050	1642	1,400	1830	40×14,3×1,25 X10
40,0	14,3	1,50	2,75	1,25	0,83	12,899	0,313	1028	0,625	1780	0,938	2348	1,250	2824	40×14,3×1,5 X10
40,0	14,3	2,00	2,90	0,90	0,45	17,189	0,225	1365	0,450	2593	0,675	3729	0,900	4819	40×14,3×2 X10
40,0	16,3	1,50	2,70	1,20	0,80	12,332	0,300	992	0,600	1732	0,900	2304	1,200	2793	40×16,3×1,5 X10
40,0	16,3	2,00	2,90	0,90	0,45	16,433	0,225	1406	0,450	2671	0,675	3842	0,900	4966	40×16,3×2 X10
40,0	18,3	2,00	2,85	0,85	0,43	15,584	0,213	1367	0,425	2610	0,638	3770	0,850	4888	40×18,3×2 X10
40,0	20,4	1,00	2,30	1,30	1,30	7,300	0,325	521	0,650	808	0,975	938	1,300	989	40×20,4×1 X10
40,0	20,4	1,50	2,60	1,10	0,73	10,942	0,275	955	0,550	1697	0,825	2296	1,100	2824	40×20,4×1,5 X10
40,0	20,4	2,00	2,80	0,80	0,40	14,580	0,200	1345	0,400	2580	0,600	3743	0,800	4869	40×20,4×2 X10
40,0	20,4	2,25	2,95	0,70	0,31	16,397	0,175	1613	0,350	3143	0,525	4618	0,700	6066	40×20,4×2,25 X10
40,0	20,4	2,50	3,15	0,65	0,26	18,212	0,163	2017	0,325	3961	0,488	5856	0,650	7726	40×20,4×2,5 X10
45,0	22,4	1,25	2,90	1,65	1,32	11,746	0,413	1023	0,825	1578	1,238	1822	1,650	1909	45×22,4×1,25 X10
45,0	22,4	1,75	2,95	1,20	0,69	16,434	0,300	1247	0,600	2241	0,900	3068	1,200	3810	45×22,4×1,75 X10
45,0	22,4	2,50	3,35	0,85	0,34	23,457	0,213	2116	0,425	4105	0,638	6008	0,850	7869	45×22,4×2,5 X10
50,0	18,4	1,25	2,85	1,60	1,28	16,679	0,400	698	0,800	1086	1,200	1268	1,600	1346	50×18,4×1,25 X10
50,0	18,4	1,50	3,30	1,80	1,20	20,011	0,450	1272	0,900	2015	1,350	2404	1,800	2616	50×18,4×1,5 X10
50,0	18,4	2,00	3,45	1,45	0,73	26,669	0,363	1680	0,725	2990	1,088	4054	1,450	4996	50×18,4×2 X10
50,0	18,4	2,50	3,65	1,15	0,46	33,323	0,288	2203	0,575	4176	0,863	5996	1,150	7738	50×18,4×2,5 X10
50,0	20,4	2,00	3,40	1,40	0,70	25,710	0,350	1634	0,700	2927	1,050	3993	1,400	4945	50×20,4×2 X10
50,0	20,4	2,50	3,60	1,10	0,44	32,123	0,275	2138	0,550	4070	0,825	5864	1,100	7589	50×20,4×2,5 X10
50,0	22,4	2,00	3,30	1,30	0,65	24,652	0,325	1515	0,650	2747	0,975	3792	1,300	4743	50×22,4×2 X10
50,0	22,4	2,50	3,60	1,10	0,44	30,800	0,275	2209	0,550	4204	0,825	6057	1,100	7839	50×22,4×2,5 X10
50,0	25,4	1,25	2,85	1,60	1,28	14,248	0,400	787	0,800	1225	1,200	1430	1,600	1518	50×25,4×1,25 X10
50,0	25,4	1,50	3,10	1,60	1,07	17,168	0,400	1145	0,800	1871	1,200	2317	1,600	2623	50×25,4×1,5 X10
50,0	25,4	2,00	3,30	1,30	0,65	22,878	0,325	1613	0,650	2926	0,975	4039	1,300	5051	50×25,4×2 X10
50,0	25,4	2,50	3,50	1,00	0,40	28,582	0,250	2097	0,500	4022	0,750	5834	1,000	7589	50×25,4×2,5 X10
56,0	28,5	1,50	3,45	1,95	1,30	21,495	0,488	1345	0,975	2084	1,463	2419	1,950	2551	56×28,5×1,5 X10
56,0	28,5	2,00	3,60	1,60	0,80	28,646	0,400	1761	0,800	3076	1,200	4093	1,600	4962	56×28,5×2 X10
60,0	20,5	2,00	4,10	2,10	1,05	39,235	0,525	2138	1,050	3507	1,575	4363	2,100	4962	60×20,5×2 X10
60,0	20,5	2,50	4,05	1,55	0,62	49,027	0,388	2239	0,775	4092	1,163	5687	1,550	7153	60×20,5×2,5 X10
60,0	25,5	2,50	4,10	1,60	0,64	45,471	0,400	2463	0,800	4479	1,200	6196	1,600	7765	60×25,5×2,5 X10
60,0	30,5	2,50	4,00	1,50	0,60	41,175	0,375	2444	0,750	4488	1,125	6265	1,500	7908	60×30,5×2,5 X10
63,0	31,0	1,80	4,10	2,30	1,28	33,419	0,575	2086	1,150	3248	1,725	3792	2,300	4028	63×31×1,8 X10
63,0	31,0	2,50	4,15	1,65	0,66	46,389	0,413	2489	0,825	4504	1,238	6202	1,650	7743	63×31×2,5 X10
70,0	25,5	2,00	4,50	2,50	1,25	52,479	0,625	2221	1,250	3478	1,875	4092	2,500	4386	70×25,5×2 X10
70,0	30,5	2,50	4,70	2,20	0,88	61,266	0,550	2984	1,100	5106	1,650	6653	2,200	7913	70×30,5×2,5 X10
71,0	36,0	2,00	4,60	2,60	1,30	46,249	0,650	2639	1,300	4088	1,950	4744	2,600	5004	71×36×2 X10
71,0	36,0	2,50	4,50	2,00	0,80	57,789	0,500	2669	1,000	4662	1,500	6203	2,000	7519	71×36×2,5 X10
80,0	31,0	2,50	5,30	2,80	1,12	84,001	0,700	3393	1,400	5472	2,100	6677	2,800	7443	80×31×2,5 X10
80,0	41,0	2,25	5,20	2,95	1,31	65,586	0,738	3410	1,475	5271	2,213	6099	2,950	6410	80×41×2,25 X10
90,0	46,0	2,50	5,70	3,20	1,28	92,370	0,800	3903	1,600	6073	2,400	7087	3,200	7524	90×46×2,5 X10

Die optimale Ergänzung für Kugellager

Zwei Probleme beschäftigen den Fach-Ingenieur immer wieder: Das Laufgeräusch der Kugellager zu vermeiden und ein spielfreies Laufen zu erzielen.

Eine Lösung dieser beiden Fragen ist von SCHNORR® in enger Zusammenarbeit mit namhaften Kugellagerfabrikanten erstrebt und gefunden worden. Der Einbau einer Sonderausführung unserer Tellerfedern behebt beide Schwierigkeiten weitgehend und ermöglicht zugleich in einer Reihe von Fällen konstruktive Vereinfachungen.

Einbau der Tellerfedern «K»

Das Einbaubeispiel zeigt, dass meist der Aussenring des Kugellagers durch die Tellerfeder die gewünschte Vorspannung erhält, wobei – je nach Konstruktionszweck – eine oder mehrere Tellerfedern vorgesehen werden können. Manche Sonderfälle machen es wünschenswert, nicht den Aussenring, sondern den Innenring mit Tellerfedern vorzuspannen. Darum wurden die Bohrungen der Tellerfedern für Kugellager sog gewählt, dass sie mit dem Innendurchmesser einer anderen Kugellagergrösse übereinstimmen. So kann z.B. eine Tellerfeder, die geeignet ist, den Aussenring des Kugellagers 6302 anzudrücken, ebenso dazu verwendet werden, die Innenringe der Kugellager 6205 und 6305 vorzuspannen.

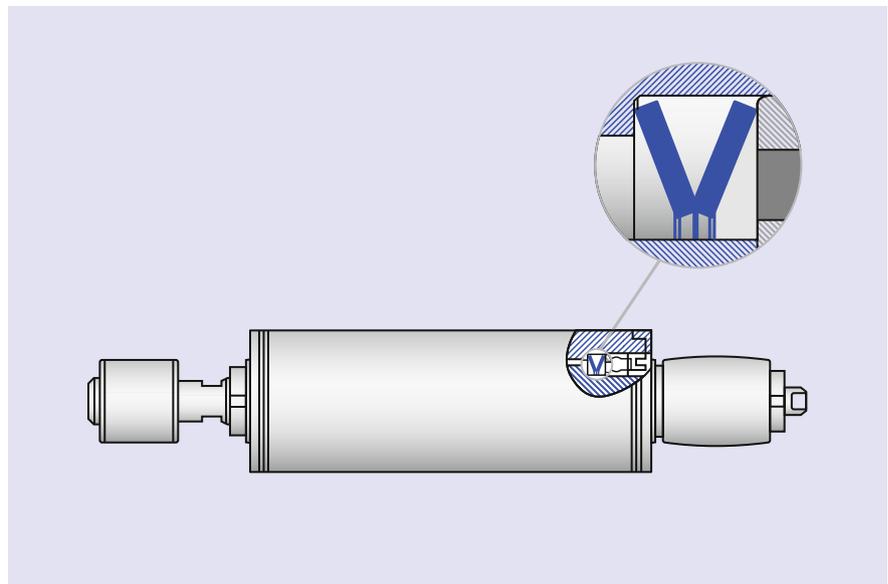
Wichtige Vorteile sprechen für Tellerfedern «K»

Ein wesentlicher Vorzug der Tellerfedern in ihrer Anwendung bei Kugellagern ergibt sich aus der bekannten Form eines einfachen Ringes. Dadurch ist beim Einbau mehrerer Teller stets eine gleichmässige Auflage gesichert. Wie bei den normalen Tellerfedern gilt auch hier, dass sich in wechsellagernder Anordnung bei gleich bleibender Kraft die Federwege addieren, während sich bei Parallelschichtung (gleichsinnigem Ineinanderlegen) bei gleichbleibenden Federwegen die Kräfte addieren (siehe Abbildung Seite 2).

Da alle Federn eine stark degressive Federkennlinie haben (groses h_0/t), bleibt die Federkraft über einen grossen Federwegbereich annähernd konstant.

Das bringt neben dem Spielausgleich folgende Vorteile:

- Die Toleranzen der angrenzenden Teile werden bei konstanter Federkraft ausgeglichen.
- Längenänderungen durch Wärmeeinfluss werden aufgenommen.
- Verschiebungen, die beim Arbeiten der zu lagernden Teile entstehen, können ohne wesentliche Änderungen der Anpresskraft stattfinden.



Montage optimal des roulements à billes

Le technicien est toujours confronté à deux problèmes essentiels: réduire le jeu et atténuer le bruit des roulements.

En étroite collaboration avec des notables constructeurs de roulements à billes, nous avons cherché et trouvé la solution à ces problèmes. Grâce à nos rondelles ressorts spéciales, nous avons résolu presque entièrement ces difficultés, tout en simplifiant la conception.

Montage des rondelles ressorts «K»

L'exemple de montage montre que les rondelles exercent une pression latérale sur la bague extérieure du roulement à billes. On utilisera une ou plusieurs rondelles selon le type de construction.

Dans certains cas particuliers, il est préférable de précontraindre non pas la bague extérieure, mais la bague intérieure. C'est pourquoi nous avons conçu nos rondelles pour que les alésages correspondent aux diamètres intérieurs de plusieurs roulements. Ainsi, une rondelle

ressort destinée à presser la bague extérieure du roulement 6302 est également apte à précontraindre les bagues intérieures des roulements 6205 et 6305.

Avantages majeurs de la rondelle «K»

Le principal avantage des rondelles ressorts réside dans sa forme circulaire, qui permet un empilage régulier de plusieurs rondelles. Cela permet d'avoir une bonne tenue du roulement même lorsque les rondelles ressorts sont empilées. De la même manière qu'avec des rondelles ressorts standards, il est possible de combiner les rondelles.

Lorsque les rondelles sont mises en parallèles, les efforts se superposent pour une même déflexion et lorsque les rondelles sont mises en opposition l'effort reste identique pour une autre déflexion (voir illustration page 4). Comme ces rondelles possèdent une courbe dégressive (fort h_0/t), l'effort continue d'être constant même avec une importante déflexion.

En dehors de la compensation pour le jeu, ceci apporte les avantages suivants:

- Les jeux des pièces adjacentes sont compensés du fait de l'effort constant.
- Les modifications de longueur dues à l'influence de la chaleur sont absorbées.
- Les rondelles permettent aux différentes pièces de se déplacer sans influencer la pression exercée sur le roulement.

Bemerkungen zur Tabelle

Die nachfolgend aufgeführten Tellerfedergrößen entsprechen den heute überwiegend verwendeten Kugellagerreihen EL, R, 62 und 63. In gleicher Weise werden Tellerfedern auch zu den anderen Kugellagerreihen geliefert. Die Federkräfte und Federwege sind bei einer Einfederung von 75 % der freien Höhe h_0 angegeben. Mit dieser Vorspannung sollten die Federn eingebaut werden.

Bestellung

Bei Bestellung von Kugellager-Tellerfedern, die den äusseren Kugellagerring andrücken sollen, genügt die Angabe der Kugellagergröße. In allen anderen Fällen bitten wir um die Angabe des Verwendungszweckes.

Geschlitzte Ausführung

Für einige gängige Kugellagergrößen können wir Ihnen auch Original SCHNORR®-Tellerfedern «K» geschlitzt liefern. Bitte geben Sie bei Bestellung die gewünschte Kugellagergröße mit dem Zusatz «geschlitzt» an.

Remarques concernant le tableau

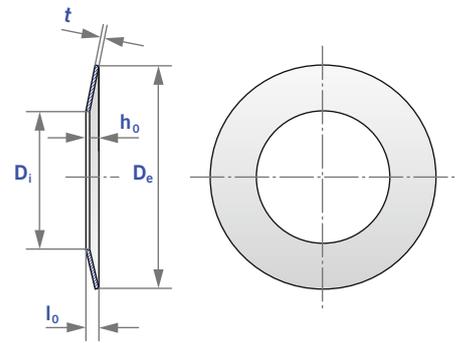
Les dimensions de rondelles «K» figurant dans les tableaux suivants correspondent aux gammes de roulements à billes les plus utilisées à savoir EL, R, 62 et 63. Cependant, les rondelles ressorts K sont également livrées pour les autres gammes de roulements à billes. Les efforts et les flèches figurant dans le tableau tiennent compte d'une compression de la rondelle correspondant à 75 % de la hauteur libre h_0 .

Commande

Pour les rondelles destinées à comprimer la bague extérieure du roulement, il suffit d'indiquer la dimension de ce dernier. Pour les autres, veuillez indiquer le type d'utilisation prévu.

Version fendue

Nous sommes également en mesure de vous livrer des rondelles ressorts SCHNORR® type «K» fendues pour certaines dimensions courantes de roulements.



Artikelnummer einer Tellerfeder

z.B. $D_e=41,6$ mm, $D_i=25,5$ mm, $t=0,5$ mm:

Tellerfeder 6004

Numéro d'article d'une rondelle ressort

p.ex. $D_e=41,6$ mm, $D_i=25,5$ mm, $t=0,5$ mm:

Rondelle 6004

Nicht geschlitzte Federn

Rondelles ressorts non fendues

Bestellmasse Dimensions de commande						Federweg s und Federkraft F bei/à $s \approx 0,75 h_0$ Flèche s et effort F		Gewicht je 1000 St. Poids à 1000 pcs.	Kugellager-Masse Roulements		Aussen- Ø extérieur		Artikelnummer Numéro d'article		
D_e mm	D_i mm	t mm	l_0 mm	h_0 mm	h_0/t	s mm	F N	kg	Kugellager-Type Type de roulement		mm	mm			
9,8	6,2	0,20	0,40	0,20	1,00	0,15	23	0,068	623(EL3)		10	3	—	—	EL3
12,8	7,2	0,25	0,50	0,25	1,00	0,19	29	0,167	624(EL4)		13	4	—	—	EL4
15,8	8,2	0,25	0,55	0,30	1,20	0,23	23	0,275	625(EL5)	634(R4)	16	5	4	—	EL5
18,8	9,2	0,30	0,65	0,35	1,17	0,26	31	0,487	626(EL6)	635(R5)	16	6	5	—	EL6
18,8	10,2	0,35	0,70	0,35	1,00	0,26	51	0,526	607(EL7)		19	7	—	—	EL7
21,8	12,3	0,35	0,75	0,40	1,14	0,30	46	0,684	608(EL8)	627(R7)	22	8	7	—	EL8
23,7	14,3	0,40	0,90	0,50	1,25	0,38	81	0,862	609(EL9)		24	9	—	—	EL9
25,7	14,3	0,40	0,90	0,50	1,25	0,38	63	1,105	6000	629(R9)	26	10	9	—	6000
27,7	17,3	0,40	1,00	0,60	1,50	0,45	80	1,132	6001		28	12	—	—	6001
29,7	17,4	0,40	1,10	0,70	1,75	0,53	83	1,406	6200		30	—	10	—	6200
31,7	20,4	0,40	1,10	0,70	1,75	0,53	81	1,422	6002	6201	32	15	12	—	6002
34,6	20,4	0,40	1,10	0,70	1,75	0,53	61	1,894	6300		35	—	—	10	6300
34,6	22,4	0,50	1,20	0,70	1,40	0,53	118	2,103	6003	6202	35	17	15	—	6003
36,6	20,4	0,50	1,30	0,80	1,60	0,60	110	2,805	6301		37	—	—	12	6301
39,6	25,5	0,50	1,30	0,80	1,60	0,60	110	2,783	6203		40	—	17	—	6203
41,6	25,5	0,50	1,40	0,90	1,80	0,68	113	3,282	6004	6302	42	20	—	15	6004
46,5	30,5	0,60	1,50	0,90	1,50	0,68	153	4,486	6005	6204 6303	47	25	20	17	6005
51,5	35,5	0,60	1,50	0,90	1,50	0,68	135	5,059	6205 6304		52	—	25	20	6205
54,5	40,5	0,60	1,50	0,90	1,50	0,68	141	4,822	6006		55	30	—	—	6006
61,5	40,5	0,70	1,80	1,10	1,57	0,83	176	9,121	6007	6206 6305	62	35	30	25	6007
67,5	50,5	0,70	1,70	1,00	1,43	0,75	161	8,505	6008		68	40	—	—	6008
71,5	45,5	0,70	2,10	1,40	2,00	1,05	185	12,99	6306		72	—	—	30	6306
71,5	50,5	0,70	2,10	1,40	2,00	1,05	218	10,90	6207		72	—	35	—	6207
74,5	55,5	0,80	1,90	1,10	1,38	0,83	211	11,99	6009		75	45	—	—	6009
79,5	50,5	0,80	2,30	1,50	1,88	1,13	228	18,40	6307		80	—	—	35	6307
79,5	55,5	0,80	2,30	1,50	1,88	1,13	263	15,78	6010	6208	80	50	40	—	6010

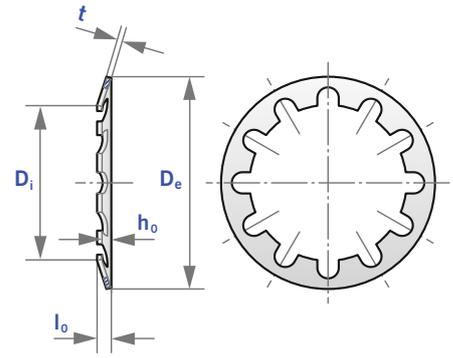
Nicht geschlitzte Federn

Rondelles ressorts non fendues

Bestellmasse Dimensions de commande						Federweg s und Federkraft F bei/à s ≈ 0,75 h ₀ Flèche s et effort F		Gewicht je 1000 St. Poids à 1000 pcs.	Kugellager-Type Type de roulement		Kugellager-Masse Roulements			Artikelnummer Numéro d'article	
D _e mm	D _i mm	t mm	l ₀ mm	h ₀ mm	h ₀ /t	s mm	F N	kg			Aussen- Ø extérieur mm	Aussen- Ø extérieur mm			
84,5	60,5	0,90	2,50	1,60	1,78	1,20	359	19,05	6209		85	–	45	–	6209
89,5	60,5	0,90	2,50	1,60	1,78	1,20	288	23,86	6308		90	–	–	40	6308
89,5	65,5	0,90	2,50	1,60	1,78	1,20	335	20,36	6011	6210	90	55	50	–	6011
94,5	75,5	1,00	2,20	1,20	1,20	0,90	325	19,57	6012		95	60	–	–	6012
99,0	65,5	1,00	2,60	1,60	1,60	1,20	292	33,64	6309		100	–	–	45	6309
99,0	70,5	1,00	2,60	1,60	1,60	1,20	332	29,44	6013	6211	100	65	55	–	6013
109,0	70,5	1,25	2,70	1,45	1,16	1,09	357	52,80	6310		110	–	–	50	6310
109,0	75,5	1,25	2,70	1,45	1,16	1,09	398	47,17	6014	6212	110	70	60	–	6014
114,0	90,5	1,25	2,45	1,20	0,96	0,90	398	36,49	6015		115	75	–	–	6015
119,0	75,5	1,25	2,80	1,55	1,24	1,16	320	64,71	6311		120	–	–	55	6311
119,0	85,5	1,25	2,80	1,55	1,24	1,16	393	52,28	6213		120	–	65	–	6213
124,0	90,5	1,25	3,00	1,75	1,40	1,31	445	54,75	6016	6214	125	80	70	–	6016
129,0	85,5	1,25	3,20	1,95	1,56	1,46	405	71,28	6312		130	–	–	60	6312
129,0	95,5	1,25	3,20	1,95	1,56	1,46	500	57,31	6017	6215	130	85	75	–	6017
139,0	90,5	1,25	3,25	2,00	1,60	1,50	354	85,11	6313		140	–	–	65	6313
139,0	101,0	1,25	3,25	2,00	1,60	1,50	429	69,58	6018	6216	140	90	80	–	6018
149,0	95,5	1,50	3,20	1,70	1,13	1,28	379	120,10	6314		150	–	–	70	6314
149,0	106,0	1,50	3,20	1,70	1,13	1,28	450	100,50	6020	6217	150	100	85	–	6020
159,0	101,0	1,50	3,50	2,00	1,33	1,50	412	138,50	6315		160	–	–	75	6315
159,0	111,0	1,50	3,50	2,00	1,33	1,50	477	118,90	6021	6218	160	105	90	–	6021
169,0	111,0	1,50	3,80	2,30	1,53	1,73	470	149,20	6316		170	–	–	80	6316
169,0	121,0	1,50	3,80	2,30	1,53	1,73	546	127,70	6022	6219	170	110	95	–	6022
179,0	121,0	2,00	4,20	2,20	1,10	1,65	864	213,10	6317		180	–	–	85	6317
179,0	126,0	2,00	4,20	2,20	1,10	1,65	928	197,80	6024	6220	180	120	100	–	6024
189,0	121,0	2,00	4,30	2,30	1,15	1,73	759	258,30	6318		190	–	–	90	6318
189,0	131,0	2,00	4,30	2,30	1,15	1,73	858	227,10	6221		190	–	105	–	6221
198,0	131,0	2,00	4,50	2,50	1,25	1,88	812	270,00	6319		200	–	–	95	6319
198,0	141,0	2,00	4,50	2,50	1,25	1,88	923	236,40	6026	6222	200	130	110	–	6026
213,0	151,0	2,25	4,50	2,25	1,00	1,69	941	310,90	6224	6320	215	–	120	100	6224
223,0	161,0	2,25	4,60	2,35	1,04	1,76	942	328,00	6030	6321	225	150	–	105	6030
228,0	161,0	2,25	4,95	2,70	1,20	2,03	1036	359,20	6226		230	–	130	–	6226
238,0	161,0	2,25	5,25	3,00	1,33	2,25	1021	423,80	6032	6322	240	160	–	110	6032
248,0	171,0	2,50	5,00	2,50	1,00	1,88	1005	494,50	6228		250	–	140	–	6228
258,0	171,0	2,50	5,50	3,00	1,20	2,25	1106	572,20	6034	6324	260	170	–	120	6034
268,0	181,0	2,50	5,70	3,20	1,28	2,40	1155	598,70	6230		270	–	150	–	6230
278,0	181,0	2,50	6,00	3,50	1,40	2,63	1155	682,70	6036	6326	280	180	–	130	6036
288,0	191,0	2,75	5,75	3,00	1,09	2,25	1145	783,70	6038	6232	290	190	160	–	6038
298,0	191,0	2,75	6,35	3,60	1,31	2,70	1307	883,00	6328		300	–	–	140	6328
308,0	202,0	3,00	6,10	3,10	1,03	2,33	1300	995,20	6040	6234	310	200	170	–	6040
318,0	212,0	3,00	6,20	3,20	1,07	2,40	1302	1034,00	6236 6330		320	–	180	150	6236
338,0	232,0	3,00	6,60	3,60	1,20	2,70	1415	1112,00	6044	6238 6332	340	220	190	160	6044
358,0	242,0	3,00	7,00	4,00	1,33	3,00	1424	1281,00	6048	6240 6334	360	240	200	170	6048

Geschlitzte Federn

Rondelles ressorts fendues



Original SCHNORR®-Tellerfedern «K»: geschlitzte Federn, Standard- und Sonderabmessungen aus verschiedenen Werkstoffen – Fragen Sie uns an!

Rondelles ressorts SCHNORR® type «K»: rondelles ressorts fendues, en dimensions standard ou speciaux en différents matériaux – veuillez nous contacter !

Artikelnummer einer Tellerfeder
z.B. $D_e=29,7$ mm, $D_i=17,3$ mm, $t=0,35$ mm:
6200 GESCHLITZT

Numéro d'article d'une rondelle ressort
p.ex. $D_e=29,7$ mm, $D_i=17,3$ mm, $t=0,35$ mm:
6200 GESCHLITZT

Bestellmasse Dimensions de commande						Federweg s und Federkraft F Fläche s et effort F			Gewicht je 1000 St. Poids à 1000 pcs. kg	Kugellager-Type Type de roulement			Kugellager-Masse Roulements				Artikelnummer Numéro d'article
D_e mm	D_i mm	t mm	l_0 mm	h_0 mm	h_0/t	s mm	F N					Aussen- Ø extérieur mm	Aussen- Ø extérieur mm				
9,8	6,2	0,15	0,60	0,45	1,00	0,35	13	0,050	623 (EL3)		10	3	–	–	EL3 GESCHLITZT		
12,8	7,2	0,20	0,65	0,45	0,92	0,35	18	0,130	624 (EL4)		13	4	–	–	EL4 GESCHLITZT		
15,8	8,2	0,25	0,75	0,50	0,74	0,40	20	0,280	625 (EL5) 634 (R4)		16	5	4	–	EL5 GESCHLITZT		
18,8	9,2	0,25	1,00	0,75	0,97	0,55	20	0,440	626 (EL6) 635 (R5)		16	6	5	–	EL6 GESCHLITZT		
18,8	10,2	0,25	1,05	0,80	1,15	0,60	24	0,320	607 (EL7)		19	7	–	–	EL7 GESCHLITZT		
21,8	12,3	0,25	1,25	1,00	1,47	0,75	24	0,420	608 (EL8) 627 (R7)		22	8	7	–	EL8 GESCHLITZT		
23,7	14,3	0,30	1,30	1,00	1,21	0,75	25	0,660	609 (EL9)		24	9	–	–	EL9 GESCHLITZT		
25,7	14,3	0,30	1,40	1,10	1,19	0,80	28	0,700	6000 629 (R9)		26	10	9	–	6000 GESCHLITZT		
27,7	17,3	0,35	1,45	1,10	1,03	0,80	31	0,984	6001		28	12	–	–	6001 GESCHLITZT		
29,7	17,3	0,35	1,55	1,20	1,30	0,90	32	1,200	6200		30	–	10	–	6200 GESCHLITZT		
31,7	20,4	0,35	1,55	1,20	1,30	0,90	33	1,270	6002 6201		32	15	12	–	6002 GESCHLITZT		
34,6	20,4	0,40	1,65	1,25	1,10	1,00	32	1,650	6300		35	–	–	10	6300 GESCHLITZT		
34,6	22,4	0,35	1,55	1,20	1,18	0,90	32	1,500	6003 6202		35	17	15	–	6003 GESCHLITZT		
36,6	20,4	0,40	1,90	1,50	1,44	1,10	35	2,280	6301		37	–	–	12	6301 GESCHLITZT		
39,6	25,5	0,40	1,90	1,50	1,22	1,10	37	1,920	6203		40	–	17	–	6203 GESCHLITZT		
41,6	25,5	0,45	2,05	1,60	1,13	1,20	39	2,500	6004 6302		42	20	–	15	6004 GESCHLITZT		
46,5	30,5	0,45	2,05	1,60	1,11	1,20	44	2,840	6005 6204 6303		47	25	20	17	6005 GESCHLITZT		
51,5	35,5	0,45	2,10	1,65	1,26	1,25	47	3,070	6205 6304		52	–	25	20	6205 GESCHLITZT		
54,5	40,5	0,45	2,15	1,70	1,75	1,30	53	3,200	6006		55	30	–	–	6006 GESCHLITZT		
61,5	40,5	0,55	2,55	2,00	1,21	1,50	54	6,050	6007 6206 6305		62	35	30	25	6007 GESCHLITZT		
67,5	50,5	0,55	2,60	2,05	1,36	1,60	78	5,500	6008		68	40	–	–	6008 GESCHLITZT		
71,5	45,5	0,60	2,90	2,30	1,47	1,70	74	9,600	6306		72	–	–	30	6306 GESCHLITZT		
71,5	50,5	0,60	2,90	2,30	1,83	1,70	127	8,200	6207		72	–	35	–	6207 GESCHLITZT		
74,5	55,5	0,60	2,90	2,30	1,31	1,70	91	7,580	6009		75	45	–	–	6009 GESCHLITZT		
79,5	50,5	0,70	3,10	2,40	1,36	1,80	83	16,260	6307		80	–	–	35	6307 GESCHLITZT		
79,5	55,5	0,70	2,90	2,20	1,51	1,65	127	14,500	6010 6208		80	50	40	–	6010 GESCHLITZT		
84,5	60,5	0,75	3,15	2,40	0,87	1,80	78	13,000	6209		85	–	45	–	6209 GESCHLITZT		
89,5	60,5	0,80	3,30	2,50	1,08	1,90	104	18,100	6308		90	–	–	40	6308 GESCHLITZT		
89,5	65,5	0,80	3,40	2,60	1,35	1,95	189	16,000	6011 6210		90	55	50	–	6011 GESCHLITZT		
94,5	75,5	0,80	3,45	2,65	1,39	2,00	206	13,300	6012		95	60	–	–	6012 GESCHLITZT		

Impressum

Herausgeber

Ingold AG, Industriebedarf
Oelestrasse 7, 3800 Interlaken
Tel. +41 (0)33 826 30 30

Konzept/Realisation

Ritter Kreativ Bern AG
Gerbergasse 44, 3000 Bern 13
Tel. +41 (0)31 313 30 30

Kontakt

Sie erreichen uns telefonisch von Montag
bis Freitag, 9.00 bis 17.00 unter:

Geschäftsleitung

Michael Ingold
Tel. +41 (0)33 826 30 34

Innendienst und Administration

Tel. +41 (0)33 826 30 30
und
Tel. +41 (0)33 826 30 36

Montage, Lager und Versand

Tel. +41 (0)33 826 30 39

www.in-gold.ch

ingold@in-gold.ch

Produkte-Katalog

Die Ingold AG Industriebedarf Interlaken
freut sich, Ihnen unseren Produkte-Katalog
vorstellen zu dürfen.

Wir hoffen, dass Ihnen dieses umfangreiche
Werk in der täglichen Arbeit hilfreich ist und
sind gespannt auf Ihre Reaktionen und
Anmerkungen.

Ingold AG Industriebedarf

Interlaken, im Oktober 2014

Allgemein

Nachdrucke, Auszüge und Wiedergabe sind
nur mit Genehmigung der Ingold AG Indust-
riebedarf erlaubt.

Alle Rechte sowie technische Änderungen
und Ergänzungen, irrtümliche Angaben und
Druckfehler bleiben vorbehalten.

Generell gelten für alle Bestellungen die
AGB, die aktuelle Version finden Sie unter:
www.in-gold.ch/kontakt/agb

Verwendung des Fragebogens

Als Faxvorlagen kopieren

Bitte verwenden Sie den nachfolgenden Frage-
bogen, indem Sie die für Sie zutreffenden
Angaben so genau als möglich ausfüllen und
mit dem integrierten Link an uns mailen.

Bei Unklarheiten oder nicht abgedeckten
Bereichen erkundigen Sie sich bitte telefo-
nisch bei uns, wir helfen Ihnen gerne weiter.

Sie können weitere Fragebogen zu unseren
anderen Produktbereichen in digitaler Form
downloaden, direkt ausfüllen und ebenfalls
per Email versenden:

www.in-gold.ch/downloads

Katalog-Updates

Wir sind in einer Branche mit stetigen Verän-
derungen tätig. Damit Ihr Exemplar des Kata-
logs aktuell bleibt, erhalten Sie auf Wunsch
sporadisch neue Inhalte. Oder Sie finden
diese auf unserer Website unter:

www.in-gold.ch/downloads

Falls Sie diese Zusendungen automatisch er-
halten möchten, teilen Sie uns dies bitte mit:

033 826 30 30 oder ingold@in-gold.ch

Newsletter

Abonnieren Sie unseren Newsletter! Wir wer-
den Ihnen drei- bis viermal jährlich Interes-
santes aus Interlaken in Ihre Mailbox senden.

033 826 30 30 oder ingold@in-gold.ch